Aus der Abteilung Pädiatrische Kardiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. J. Apitz
der Kinderklinik der Universität Tübingen

Nichtinvasive standardisierte fahrradergometrische Untersuchungen bei Kindern mit verlängerter QT-Zeit

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
ANTJE FRANK geb. Brintzinger
aus Jena

1987

Aus der Abteilung Pädiatrische Kardiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. J. Apitz
der Kinderklinik der Universität Tübingen

Nichtinvasive standardisierte fahrradergometrische Untersuchungen bei Kindern mit verlängerter QT-Zeit

INAUGURAL—DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
ANTJE FRANK geb. Brintzinger
aus Jena

1987

Dekan:	Professor Dr. J. Dichgans
1. Berichterstatter:	Professor Dr. J. Apitz
2. Berichterstatter:	Professor Dr. D. Jeschke

---

gedruckt 1987 bei H.-J. Köhler , Reprografischer Betrieb , Tübingen

Meinen zwei Töchtern
Annette und Stefanie

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543904_0042

Inhalt

		Seite
1.0	Einleitung	1
2.0	Fragestellung und Zielsetzung	2
3.0	Patientengut	3
3.1	Gesamtkollektiv	3
3.2	Kinder mit erblichem QT-Syndrom	3
3.3	Kinder mit verlängerter QT-Zeit, jedoch zweifelhafter Diagnose QT-Syndrom	3
3.4	Kinder mit idiopathischem Komplettem Rechtsschenkelblock	4
3.5	Gesunde Kinder	4
4.0	Methode und Geräte	4
4.1	Ergometer	4
4.2	Belastung	5
4.3	EKG Aufzeichnung	6
4.4	Impedanzkardiographie	7
4.5	Auswertung	9
5.0	Ergebnisse	10
5.1	Erblichkeit	10
5.2	Frequenzvergleich Norm - QT-Syndrom	12
5.2.1	Frequenzvergleich in Ruhe Norm - alle Patienten mit verlängertem QT-Syndrom	12
5.2.2	Frequenzvergleich Norm - QT-Syndrom ohne und mit Therapie	13
5.3	Frequenzvergleich Norm - fragliche QT-Syndrom Patienten	17

5.4	Frequenzvergleich Norm - kompletter Rechtsschenkelblock	19
5.5	Frequenzvergleich Norm - alle 4 untersuchten Gruppen	21
5.6	Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit Norm - QT-Syndrom mit und ohne Therapie	22
5.7	Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit Norm - fragliches QT-Syndrom	24
5.8	Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit Norm - kompletter Rechtsschenkelblock	25
5.9	Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit Norm - alle 4 untersuchten Gruppen	26
5.10	Vergleich LPEP	28
5.11	Vergleich LVET Norm - QT-Syndrom ohne und mit Therapie	29
5.12	Vergleich LVET Norm - fragliches QT-Syndrom	29
5.13	Vergleich LVET Norm - kompletter Rechtsschenkelblock	29
5.14	Vergleich LVET Norm - alle 4 untersuchten Gruppen	34
6.0	Diskussion	34
6.1	Methodenkritik	34
6.1.1	Anzahl der Patienten	34
6.1.2	Fehlermöglichkeiten	35
6.2	Theorien über das QT-Syndrom aus der Literatur	35
6.3	Diskussion der eigenen Ergebnisse	38
7.0	Zusammenfassung	40
8.0	Literatur	43
	Abkürzungsverzeichnis	54
	Anhang	55
	Lebenslauf	

1.0 Einleitung

Schon lange Zeit beschäftigt die Medizin der plötzliche Tod im Kindesalter. Bereits 1856 beschrieb Meissner eine Reihe plötzlicher Todesfälle in einer Taubstummenfamilie (42).
1957 beschrieben Jervell und Lange-Nielsen das erbliche Syndrom der QT-Verlängerung mit synkopalen Anfällen und Taubstummheit (25).
1963 beschrieben Romano, Gemme und Pongiglione (53) und 1964 Ward (80) ein kardiales Syndrom mit Verlängerung des QT-Intervalles mit synkopalen Anfällen, jedoch ohne Hörstörungen: das Romano-Ward-Syndrom.
1980 maßen Manion et al. Frequenzen und QT-Zeit bei Gesunden unter verschiedenen Bedingungen. Sie fanden, daß bei gesunden Kindern und Erwachsenen nur eine beschränkt feste Beziehung zwischen Frequenz und QT-Zeit besteht und schlossen daraus, daß beide unabhängig voneinander reguliert werden (39).
Inzwischen ist es durch eine Reihe von Arbeiten belegt, daß ein Zusammenhang besteht zwischen plötzlichen, unvorhersehbaren Todesfällen und einer Verlängerung der QT-Zeit.
Die QT-Zeit kann durch verschiedene Ursachen verlängert sein. Es sind z.B. eine Reihe Medikamente bekannt, die die QT-Zeit verlängern.
In dieser Arbeit soll nur das erbliche QT-Syndrom untersucht werden.

Da das QT-Syndrom familiär gehäuft auftritt, wird eine Erblichkeit angenommen. Während für das Jervell-Lange-Nielsen-Syndrom ein autosomal rezessiver Erbgang angenommen wird, ist für das Romano-Ward-Syndrom ein autosomal dominanter Erbgang am wahrscheinlichsten (18).

2.0 Fragestellung und Zielsetzung

Da die Kinder mit einem QT-Syndrom ständig in der Gefahr eines plötzlichen Todes leben, interessieren eine Reihe von Fragen. Es soll vor allem überlegt werden, ob das Verhalten der QT-Zeit und der Herzfrequenz der erkrankten Kinder im Vergleich zu gesunden Kindern eine systematische Abweichung in Ruhe oder unter Belastung zeigen und ob diese Abweichungen eventuell als diagnostische Kriterien verwendet werden könnten.
Sollten bei diesen Betrachtungen die Herzfrequenz erkrankter Kinder mit QT-Syndrom höher steigen als die Herzfrequenz gesunder Kinder, so wäre der empirisch ermittelte positive Effekt von Beta-Blockern im Zusammenhang mit der Frequenzsenkung zu sehen. Zeigt umgekehrt der Frequenzverlauf unter Belastung vor Behandlung mit Beta-Blockern beim QT-Syndrom einen normalen oder subnormalen Anstieg, so ist der Effekt der Beta-Blocker nicht nur durch die Frequenzänderung zu erklären.

Sinnvoll erscheint daher auch die Frage nach der Veränderung der frequenzbezogenen (relativen) QT-Zeit unter den Bedingungen verschieden starker Belastungen und ihre Abweichung von den Werten gesunder Gleichaltriger, sowie der Vergleich des QT-Zeit Verlaufes beim Romano-Ward-Syndrom mit dem einer Gruppe von Kindern, die aus anderen Gründen eine relativ lange QT-Zeit aufweisen.
Als eine solche weitere Kontrollgruppe bieten sich Patienten mit einem "idiopathischen" kompletten Rechtsschenkelblock an (kein Herzfehler, keine vorausgehende Herzoperation). In diesem Vergleich soll u.a. geprüft werden, ob die elektrische Abweichung der verlängerten QT-Zeit gleichlaufend ist mit einer Abweichung in der Herzmechanik.
Bei diesen Kindern mit einem "idiopathischen" kompletten Rechtsschenkelblock ist der Unterschied in der Herzfrequenz verglichen mit gesunden Kindern nicht so deutlich wie beim chirurgischen Rechtsschenkelblock (M. Roth 83).

3.0. Patientengut

3.1. Gesamtkollektiv

Insgesamt wurden 44 Belastungs-EKGs ausgemessen; 29 EKGs stammten von Mädchen und 15 von Jungen.
Diese EKGs wurden in einem Zeitraum von 1977 bis 1984 aufgenommen. Sie stammten von 23 Kindern (12 Mädchen und 11 Jungen).

3.2. Kinder mit erblichem QT-Syndrom

Zur Sicherung der Diagnose QT-Syndrom wurden drei Hauptkriterien verwendet.

1.) Eine konstante QT-Verlängerung
2.) Synkopen
3.) Familienanamnese

Es mußten alle drei Kriterien erfüllt sein, damit die Diagnose QT-Syndrom als gesichert galt.
Bei dieser Gruppe wurden 22 EKGs vermessen (16 von Mädchen und 6 von Jungen). Diese EKGs stammten von 9 Kindern (6 Mädchen, 3 Jungen). Ein Mädchen dieser Gruppe ist inzwischen am plötzlichen Herztod gestorben.
Die EKGs mit erblichem QT-Syndrom wurden in zwei Untergruppen unterteilt. 13 EKGs waren von unbehandelten Kindern (5 Kinder) und 9 EKGs von behandelten Kindern (5 Kinder). (Ein Mädchen wurde einige Jahre therapiert und ist in den letzten Jahren auf eigenen Wunsch untherapiert). Die Mädchen waren im Alter von 4 - 13 Jahren, die Jungen von 5 - 17 Jahren.

3.3. Kinder mit verlängerter QT-Zeit jedoch zweifelhafter Diagnose QT-Syndrom

Zu dieser Gruppe gehörten Kinder, bei denen entweder eines der drei vorhergenannten Hauptkriterien fehlte oder bei denen nur eine inkonstante QT-Verlängerung auftrat oder nur am Ende der Belastung nachweisbar war. Außerdem ergaben sich Zweifel an der Diagnose QT-Syndrom bei gleichzeitiger Verlängerung der mechanischen Parameter, bei gleichzeitigem Vorliegen eines Herzfehlers oder eines Mitralklappenprolapses oder bei gleichzeitig pathologischem EEG, das eine zerebrale Ursache der Bewußtseinsverluste nahelegte.

Hier kamen 13 EKGs zur Auswertung. Diese EKGs stammten von 7 Kindern (5 Mädchen und 2 Jungen). Ein Kind in dieser Gruppe hatte eine Hyperventilationstetanie und eines eine 2 : 1 Blockierung bei AV-Block 2. Grades. Die Mädchen waren im Alter von 5 - 12 Jahren, die Jungen von 7 - 11 Jahren.

3.4. Kinder mit "Idiopathischem" komplettem Rechtsschenkelblock

In dieser Gruppe wurden 9 EKGs vermessen. Diese EKGs stammten von 7 Kindern (6 Jungen und 1 Mädchen). Das Mädchen war 6 Jahre alt, die Jungen waren im Alter von 7 - 17 Jahren.

3.5. Gesunde Kinder

Die Normwerte der gesunden Kinder, die zum Vergleich herangezogen wurden stammten von 169 Kindern, die nach dem gleichen Belastungsmodus untersucht wurden.
Diese Kinder wurden eingeteilt in 10 Altergruppen, nach Geschlecht getrennt. Sie lagen mit ihren somatischen Werten innerhalb der jeweiligen Altersnorm.
Alle nahmen am Schulsport teil. Die Untersuchung dieser gesunden Kinder ist beschrieben in der Dissertation von A. Walz.(79).

4.0. Methode und Geräte

4.1. Ergometer

Das EKG wurde am Rücken der Patienten mit Punktelektroden abgenommen. Ebenfalls am Rücken, in Höhe C 7, B 1 und B 10, B 12 wurden die Impedanzsignale mittels zweier Bandelektroden aufgezeichnet. Durch diese Anordnung erhielt der Patient eine maximale Bewegungsfreiheit und es wurden größere Störungen in der Aufzeichung vermieden, da die Atembewegungen bei verstärkter Atmung in der Belastung am Rücken kleiner sind als an der Thoraxvorderseite.

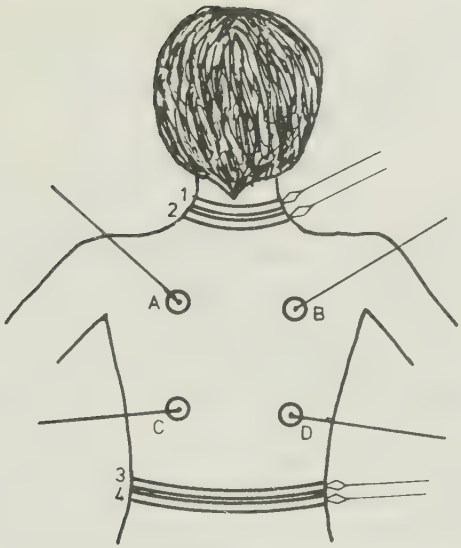


Abb.4.1.: Die Punkt- u. Bandelektroden am Rücken befestigt
1 u. 4: Außenelektroden
2 u. 3: Innenelektroden
A - D: Punktelektroden

Zur Belastungsmessung wurde das dynamisch, elektromagnetisch gebremste Ergometer RE 820 der Firma Siemens verwendet. Bei diesem Ergometer ist eine gleichbleibende Leistung trotz schwankender Drehzahl gewährleistet. Die Einstellung der Leistung ist in 10 Watt Schritten möglich.

4.2 Belastung

Um eine standardisierte Belastung für alle Kinder durchzuführen, bei der eine erschöpfende Belastung vermieden werden sollte, um kein Kind der Gefahr einer Synkope auszusetzen, wurden die Kinder entsprechend ihrem Körpergewicht in 3 Stufen mit dazwischengeschalteten Pausen belastet. Zunächst wurde 2 Minuten lang ein EKG in Ruhe aufgezeichnet.

Dann wurden die Kinder im Sitzen je 1 Minute lang mit 1, 2 und 3 Watt pro kg Körpergewicht belastet. Nach der 1. und 2. Belastungsstufe kam eine Ruhepause von je 2 Minuten. Nach der Belastung mit 3 Watt/kg folgte eine 5 minütige Entspannungsphase.

4.3 EKG Aufzeichnung

Das EKG wurde mit 3 Ableitungen aufgezeichnet. Für die Diagnose wurde ein 12 - Ableitungsstandard EKG verwendet, das mit dem handelsüblichen 3 Kanalschreiber der Firma Schwarzer CS 3000 aufgezeichnet wurde. Dieses Gerät hatte einen zusätzlichen Eingang. Wahlweise wurden auf die verschiedenen Kanäle das Impedanzsignal dz/dt des Impedanzkardiogramms eingegeben.
Die Impedanzsignale wurden durch einen handelsüblichen Impedanzcardiograph, Modell 304 A der Firma Minnesota durch den separaten Eingang auf den EKG Streifen aufgezeichnet.
Gleichzeitig registrierte ein Cardiorespirograph der Firma Hewlett Packard die Frequenz als Cardiotachogramm beat to beat.
Zusätzlich wurde noch durch einen handelsüblichen Frequenzmonitor mit angeschlossenem Scope ebenfalls von der Firma Hewlett Packard EKG und Herzfrequenz sichtbar gemacht, zusammen mit dz/dt Signalen.
Zur Sicherheit wurde das EKG, dz/dt, ΔZ und Zo auf einem PCM Band der Firma Pohl gespeichert. Die digitale Punktdichte lag bei 1000 Punkten/Sekunde. Durch die hohe Punktzahl wurden Störungen weitgehend vermieden.
Um die Störfreiheit noch zu erhöhen wurde das 8-Kanalgerät zu einem 4- Kanalgerät umgebaut.
Die Aufzeichnung auf dem Band wurde während der Aufnahme mit Hilfe eines Oszillographen in Hinterbandkontrolle überprüft.

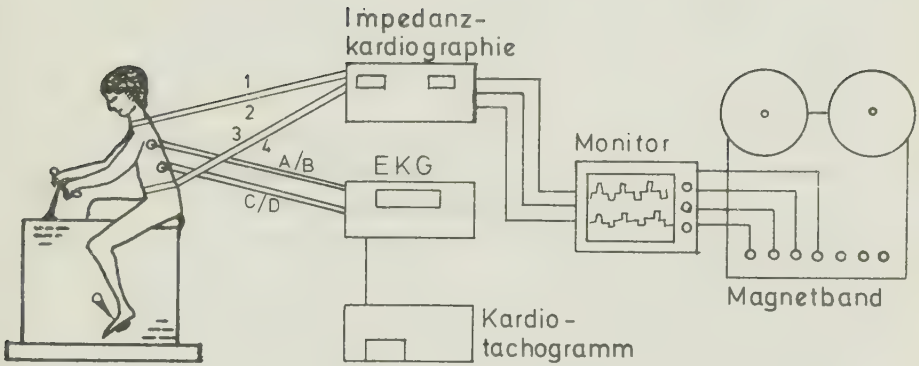


Abb. 4.2.: Versuchsaufbau und Geräte
(modifiziert nach M. Roth)

4.4 Impedanzkardiographie

Invasive Messungen sind mit einer erhöhten Belastung für den Patienten verbunden. Eine nichtinvasive Methode zur Beurteilung der Herkreislauffunktion ist die Impedanzkardiographie.
Die Impedanzkardiographie liefert Informationen über die wechselnde Füllung der großen Gefäße mit der Möglichkeit, deren Windkesselfunktion und die Kontraktilität des Herzens semiquantitativ zu beurteilen, indem sie Änderungen in der elektrischen Leitfähigkeit des Thorax mißt. Diese werden hervorgerufen durch Verschiebungen von Blutvolumina während der Herzaktion und die dadurch entstehende Veränderung der Elektrolytkonzentration und -verteilung im Thorax (6).
Bei der Impedanzkardiographie wird der elektrische Wechselstromwiderstand (Impedanz) des Thorax mit einer 4 Elektrodenanordnung bestimmt. An den beiden äußeren Elektroden(1 und 4) liegt ein hochfrequenter

Wechselstrom von 100 kHz. Die beiden inneren Elektroden (2 und 3) messen die Spannungsänderungen im Meßfeld.
Bezüglich der physikalischen und physiologischen Grundlagen der Impedanzkardiographie wird auf die Literatur verwiesen (z.B. 3, 4, 5, 6, 7, 13, 23, 29, 30, 32, 48, 50, 54).
Eine wichtige Aussage ist die erste Ableitung ΔZ nach der Zeit (dz/dt). Sie bezeichnet die Geschwindigkeit der Impedanzänderung und damit die Geschwindigkeit der Volumenänderung der herznahen Gefäße.
Dz/dt max. steht für die maximale Geschwindigkeit der Dilatation des aortalen Windkessels (30).
In der vorliegenden Arbeit wird das Augenmerk ausschließlich auf eine weitere Möglichkeit der Impedanzkardiographie gerichtet, nämlich die fortlaufende Ermittlung der systolischen Zeitintervalle, die damit sehr exakt erfolgen kann (7). Während die Ermittlung komplexerer hämodynamischer Größen von der Impedanzkardiographie Rechenvorgänge voraussetzt können die Werte für die LPEP (Anspannungszeit des linken Ventrikels = left ventricular preejectionperiod) und LVET (Auswurfzeit des linken Ventrikels = left ventricular ejectiontime) direkt aus der Kombination aus EKG und dz/dt Signal abgelesen werden.

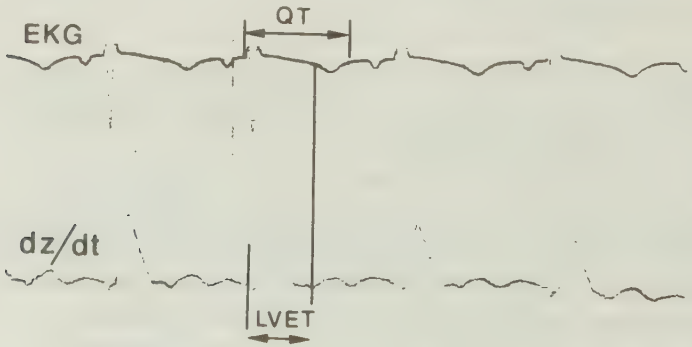


Abb. 4.3.: EKG Streifen mit Impedanzsignalen von einer Patientin mit QT-Syndrom

4.5 Auswertung

Als Parameter ausgewertet wurden:

1.) die Herzfrequenz
2.) die QT-Zeit
3.) LPEP = left ventricular preejectionperiod
4.) LVET = left ventricular ejectiontime
5.) % des QT- Normalwertes nach dem Lepeschkin Diagramm

Diese Werte werden zu folgenden Zeitpunkten gemessen:

1.) an einem beliebigen Punkt des 2 Minuten dauernden Ruhe EKGs (Ro)
2.) am Ende der ersten Belastung (1 Watt/kg Körpergewicht für 1 Minute) (BI)
3.) nach 1 Minute Erholungszeit nach der ersten Belastung (1'n BI)
4.) nach 2 Minuten Erholungszeit nach der ersten Belastung (2'n BI)
5.) am Ende der zweiten Belastung (2 Watt/kg Körpergewicht für 1 Minute) (BII)
6.) nach 1 Minute Erholungszeit nach der zweiten Belastung (1'n BII)
7.) nach 2 Minuten Erholungszeit nach der zweiten Belastung (2'n BII)
8.) am Ende der dritten Belastung (3 Watt/kg Körpergewicht für 1 Minute) (BIII)
9.) nach 1 Minute Erholungszeit nach der 3. Belastung (1'n BIII)
10.) nach 2 Minuten Erholungszeit nach der 3. Belastung (2'n BIII)
11.) nach 5 Minuten Erholungszeit nach der 3. Belastung (5'n BIII)

Verglichen wurden jeweils die aus dem Tachogramm und aus einer repräsentativen Phase ermittelten individuellen Patientenwerte mit den auf die gleiche Belastung korrigierten Normwerten der jeweiligen Altersgruppe. Die LVET-Werte wurden auf die Frequenz bezogen.
Diese Korrekturen erfolgten an Hand der Regressionsgeraden nach A. Walz (79). Die relative QT-Zeit wurde nach dem Diagramm nach Lepeschkin ermittelt.
Außerdem wurde das Verhalten aller Parameter mit einer kleinen Gruppe

von herzgesunden Patienten mit idiopathischem komplettem Rechtsschenkelblock verglichen, bei denen eine verlängerte QT-Zeit in Ruhe ebenfalls bekannt war.
Berechnet wurden Mittelwert und Standardabweichung nach den allgemeinen Formeln:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} X_i \qquad \text{und} \qquad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (X_i - X)^2}{N - 1}}$$

Dabei ist x_i der jeweilige Parameter und N die Anzahl der Patienten.
Die Vergleiche wurden auf der Basis des paarweisen t-Testes durchgeführt.

5.0 Ergebnisse

5.1 Erblichkeit

Zur Demonstration des Erbganges des Romano-Ward-Syndroms soll der Stammbaum der Familie X aufgestellt werden. Zur Wahrung der Anonymität der Familie wurden Decknamen verwendet.

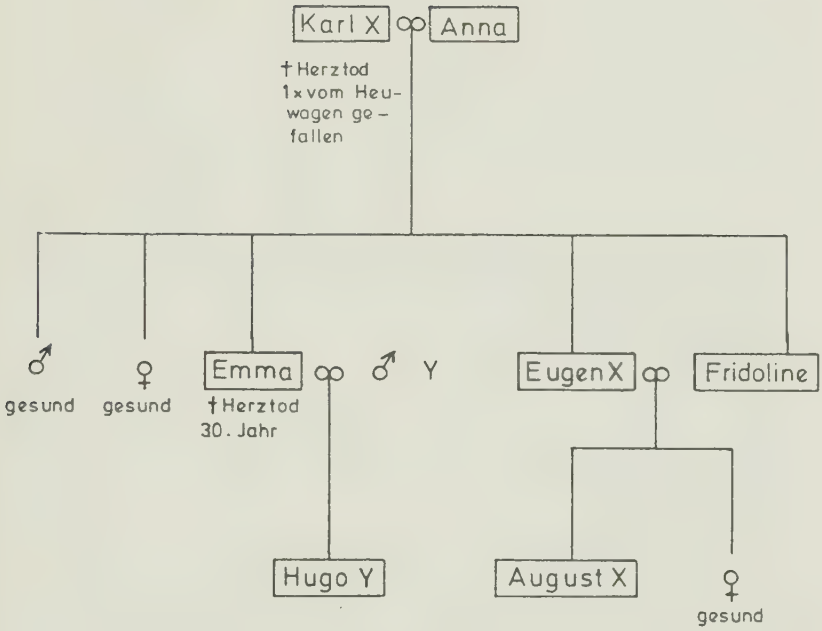


Abb 5.1 Stammbaum der Familie X

Die umrahmten Namen stehen für die am QT-Syndrom Erkrankten.
Die erkrankten Vettern HugoY und August X sind unter den in dieser Arbeit untersuchten Patienten.
Zur Wahrung der Anonymität sind Decknamen verwendet worden.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten 9 Kinder mit gesichertem QT-Syndrom stammen aus 5 Familien:

1.) 2 Jungen, die Vettern Hugo Y. und August X. stammen aus einer Familie in der 7 Erkrankte bekannt sind.
2.) 3 weibliche Patienten stammen aus der zweiten Familie.
3.) 2 weibliche Cousinen aus einer dritten Familie sind erkrankt. Eine dieser beiden Cousinen ist inzwischen verstorben.
4.) Zu den Patienten gehört 1 kleiner türkischer Junge, dessen Vater auch am Romano-Ward-Syndrom erkrankt ist.
5.) 1 Mädchen stammt aus einer Familie von der bekannt ist, daß noch eine weitere Person erkrankt ist.

5.2 Frequenzvergleich Norm - QT-Syndrom

5.2.1 Frequenzvergleich in Ruhe Norm - alle Patienten mit verlängertem QT-Syndrom

Wie aus Tab. 1 im Anhang zu ersehen ist, waren die Werte der Herzfrequenz in Ruhe bei Kindern mit QT-Syndrom signifikant niedriger als die Herzfrequenz bei gesunden Vergleichskindern.
Um zu prüfen, ob dieser Unterschied eine Wirkung der Beta-Blocker Therapie war, wurden in den nächsten Untersuchungen die Kinder mit QT-Syndrom in 2 Gruppen unterteilt:

1.) in Kinder mit QT-Syndrom ohne Therapie
2.) in Kinder mit QT-Syndrom mit Therapie

5.2.2 Frequenzvergleich

Norm-QT-Syndrom ohne und mit Therapie

In Ruhe war die Herzfrequenz bei Kindern mit QT-Syndrom ohne Therapie nicht signifikant im Vergleich zu gesunden Kindern verändert, während die Herzfrequenz der Kinder mit QT-Syndrom mit Therapie signifikant niedriger lag als die Frequenz der gesunden Vergleichskinder (Anhang Tab. 2 und Anhang Tab. 3).

Am Ende der ersten Belastung war die Herzfrequenz bei den QT-Patienten auch schon ohne Therapie gegenüber den gesunden Kindern signifikant erniedrigt, während die Herzfrequenz bei den QT-Kindern mit Therapie hoch signifikant niedriger lag als bei gesunden Kindern (Anhang Tab. 4 und Anhang Tab. 5).

Während der Erholungsphase nach der ersten Belastung waren nach einer Minute nur die Frequenzen der Kinder mit Therapie signifikant erniedrigt, während sich nach zwei Minuten Erholung die Frequenz beider QT-Untergruppen nicht von denen der gesunden Kinder signifikant unterschieden (Anhang Tab. 6, 7, 8, 9).

Am Ende der zweiten Belastung war der Frequenzunterschied genauso wie am Ende der ersten Belastung signifikant zwischen den Normwerten und den QT-Syndrom Kindern ohne Therapie und hochsignifikant im Vergleich zu den QT-Syndrom Kindern mit Therapie (Anhang Tab. 10 und 11).

Auch in der Erholungsphase nach der zweiten Belastung verhielt sich der Herzfrequenzunterschied wie in der Erholungsphase nach der ersten Belastung. Nach einer Minute waren nur die Herzfrequenzen der QT-Syndrom Patienten mit Therapie signifikant niedriger als die Norm während sie bei den QT-Syndrom Patienten ohne Therapie nicht signifikant erniedrigt waren.

Nach zwei Minuten waren sowohl die Kinder mit als auch ohne Therapie nicht signifikant niedriger in der Herzfrequenz als die gesunden Kinder (Anhang Tab. 12, 13, 14, 15).

Am Ende der dritten Belastung dagegen war sowohl die Herzfrequenz der QT-Syndrom kinder mit, als auch ohne Therapie hochsignifikant erniedrigt im Vergleich zur Herzfrequenz der gesunden Kinder (Anhang Tab. 16 und 17).

In der Erholungsphase nach der dritten Belastung war nur noch nach einer Minute die Herzfrequenz der QT-Syndrom Kinder mit Therapie signifikant erniedrigt gegenüber der Norm. Die Herzfrequenz der QT-Syndrom Kinder ohne Therapie war auch nach einer Minute schon nicht mehr signifikant erniedrigt. Nach zwei und nach fünf Minuten Erholung waren beide Gruppen der QT-Syndrom erkrankten Kinder nicht mehr signifikant erniedrigt gegenüber der Norm.

Aus den Kurven Abb. 5.2 und 5.3 ist zu erkennen, daß die gesunden Kinder in Ruhe und bei Belastung immer die höchste Herzfrequenz hatten. Die Herzfrequenz der QT-Syndrom Patienten ohne Therapie war in Ruhe oder in der Erholungsphase etwas geringer, bei den Belastungen deutlich geringer. Die Herzfrequenzkurve der QT-Syndrom Patienten mit Therapie verlief nochmals unterhalb der Kurve der Patienten ohne Therapie, außer bei der dritten Belastung. In der Abb. 5.4 ist dargestellt, daß die Signifikanz der Unterschiede in der Herzfrequenz deutlich größer war zwischen den QT-Syndrom Patienten mit Therapie verglichen mit den gesunden Kindern als bei den QT Patienten ohne Therapie.

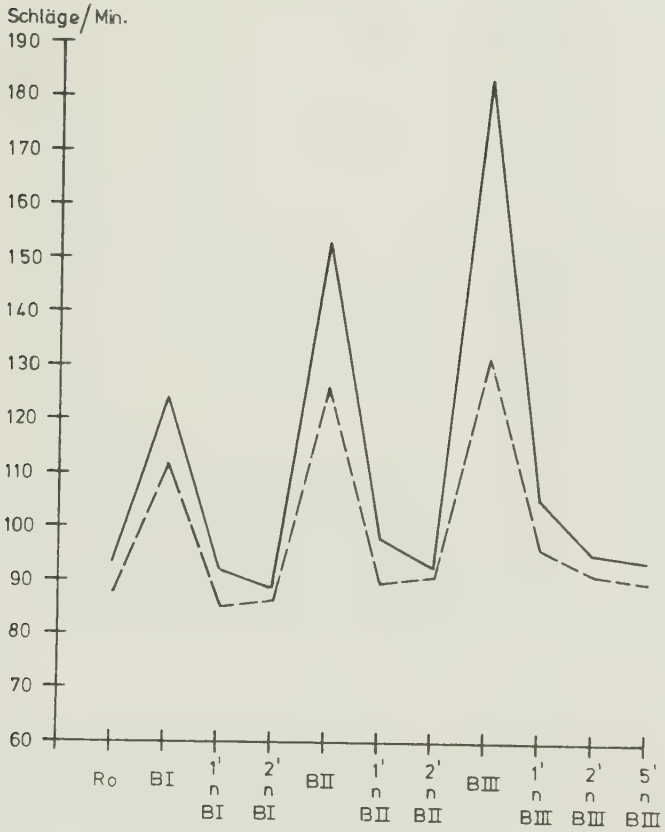


Abb. 5.2.: Mittelwerte der Herzfrequenz
Norm und QT-Syndrom ohne Therapie

——— Norm

– – – QT-Syndrom ohne Therapie

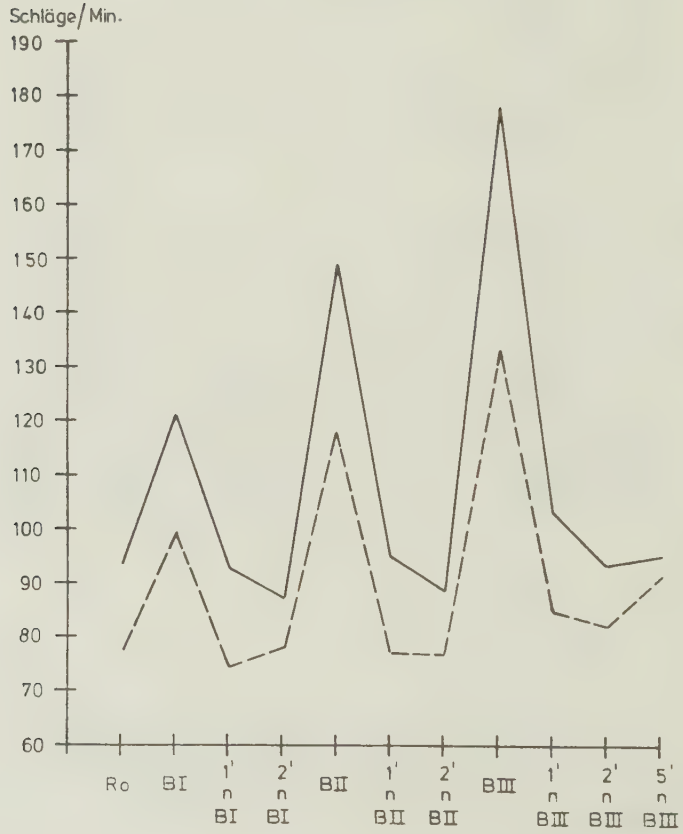


Abb 5.3.: Mittelwerte der Herzfrequenz
Norm und QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom mit Therapie

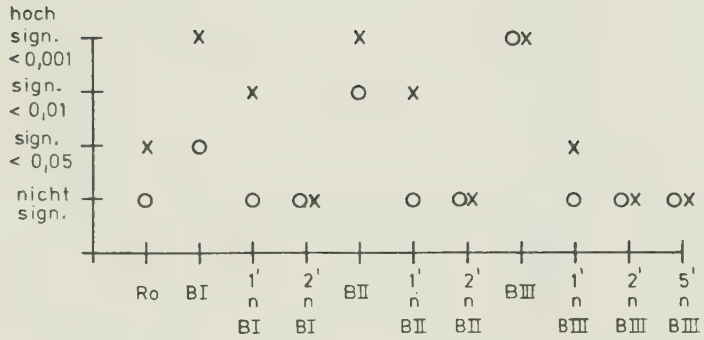


Abb 5.4.: Herzfrequenz

Signifikanz der Unterschiede
an den einzelnen Meßpunkten

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie o
Norm - QT-Syndrom mit Therapie x

5.3 Frequenzvergleich
Norm - fragliche QT-Syndrom Patienten

In den Tabellen 24 bei 34 im Anhang und in der Kurve Abb.5.5 lag die Herzfrequenz in allen gemessenen Punkten deutlich unter der Kurve der Herzfrequenz der gesunden Kinder. Sie lagen in allen gemessenen Punkten, außer bei BIII und 1'n BIII noch unter den Werten der QT-Syndrom Kinder mit Therapie. Die Verlangsamung der Herzfrequenz der fraglichen QT-Syndrom Patienten verglichen mit der Herzfrequenz gesunder Kinder war außer bei 1'n BIII und 2'n BIII immer signifikant (Abb. 5.6).

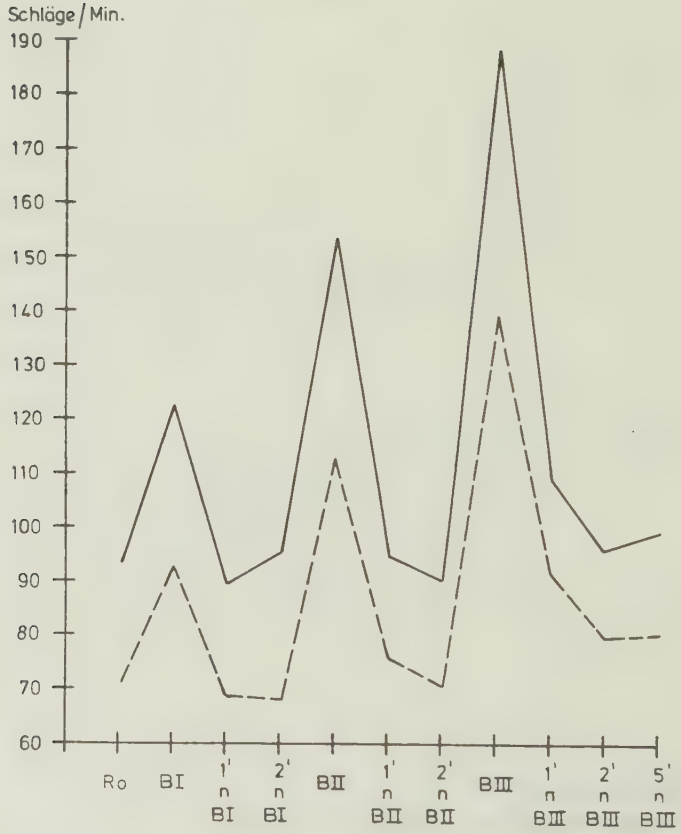


Abb 5.5.: Mittelwerte der Herzfrequenz
Norm und fragliches QT-Syndrom

—— Norm

– – – fragliches QT-Syndrom

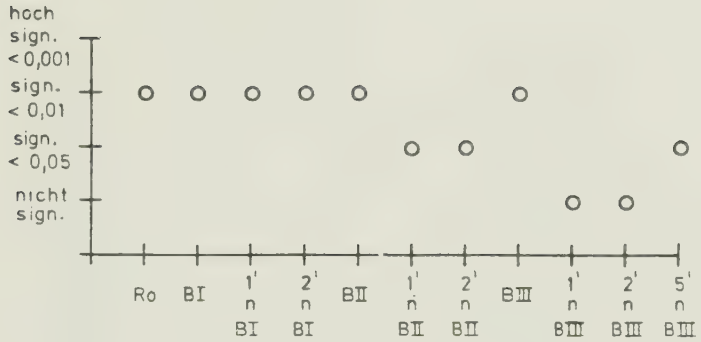


Abb 5.6.: Herzfrequenz
Signifikanz der Unterschiede
an den einzelnen Meßpunkten
Norm - fragliches QT-Syndrom o

5.4 Frequenzvergleich
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Auch bei den Kindern mit komplettem Rechtsschenkelblock lag die Herzfrequenz niedriger als die Herzfrequenz der gesunden Kinder. Nur bei 2'n BI, 2'n BIII und 5'n BIII lag die Herzfrequenz der Patienten mit komplettem Rechtsschenkelblock ganz gering über der Herzfrequenz der gesunden Kinder. Aber an allen Meßpunkten in Ruhe war die Differenz nur sehr gering; geringer als bei den vorher untersuchten drei Gruppen. Nur bei den drei Belastungen wurde die Differenz deutlicher (Abb. 5.7 und Anhang Tab. 35 - 45). Nur an diesen drei Meßpunkten war die Differenz der Herzfrequenz auch signifikant. Alle anderen Differenzen waren nicht signifikant (Abb. 5.8).

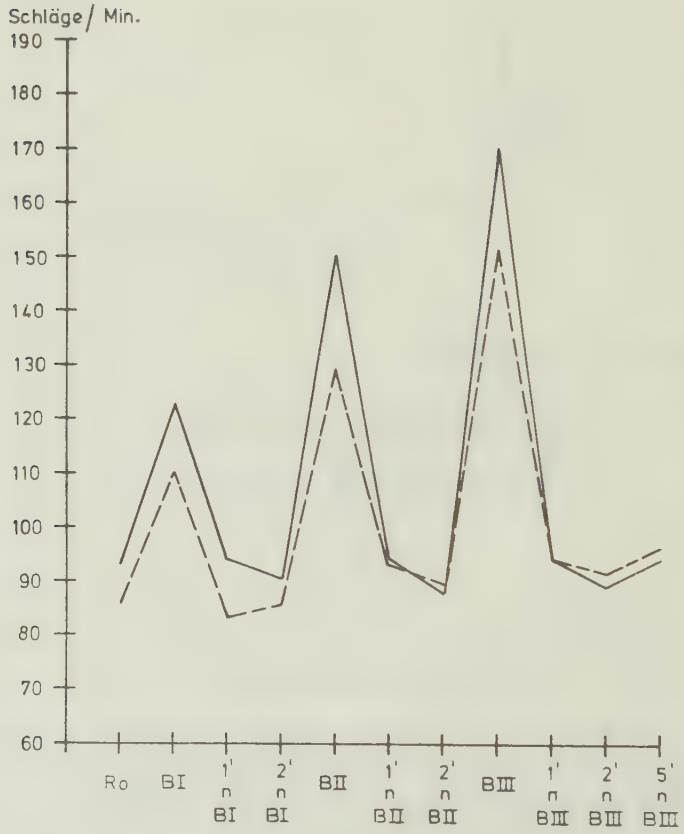


Abb 5.7.: Mittelwerte der Herzfrequenz
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

—— Norm
—— kompletter Rechtsschenkelblock

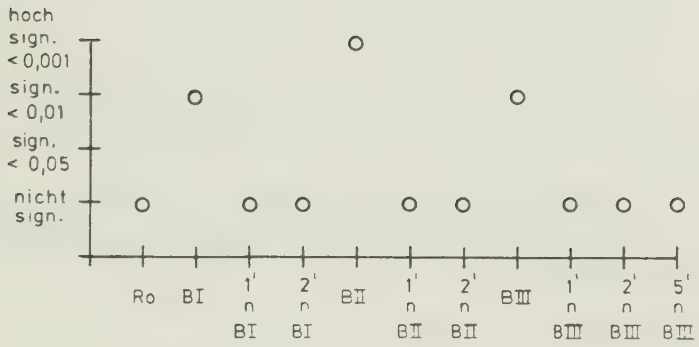


Abb 5.8.: Herzfrequenz
Signifikanz der Unterschiede
an den einzelnen Meßpunkten
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock o

5.5 Frequenzvergleich
Norm - alle 4 untersuchten Gruppen

Betrachtet man alle 4 untersuchten Gruppen so war die Herzfrequenz der gesunden Kinder am höchsten, geringgradig niedriger war die Herzfrequenz der Kinder mit komplettem Rechtsschenkelblock.
Stärker erniedrigt war die Herzfrequenz der Gruppe der Kinder mit QT-Syndrom ohne Therapie, noch etwas niedriger lag die Frequenz bei der Gruppe der Kinder mit QT-Syndrom mit Therapie. Am deutlichsten war die Herzfrequenz bei den Kindern mit fraglichem QT-Syndrom erniedrigt.

5.6 Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit
Norm - QT-Syndrom mit und ohne Therapie

Die relative QT-Zeit ausgedrückt in % des Mittelwertes von Normalpersonen nach Lepeschkin (73) ist sowohl bei den Kindern mit QT-Syndrom ohne als auch mit Therapie deutlich höher als bei den gesunden Kindern.

Der Unterschied ist bei den Kindern ohne Therapie außer bei 5'n BIII immer hochsignifikant, bei diesem letzten Meßwert war der Unterschied nur signifikant (Abb. 5.11).

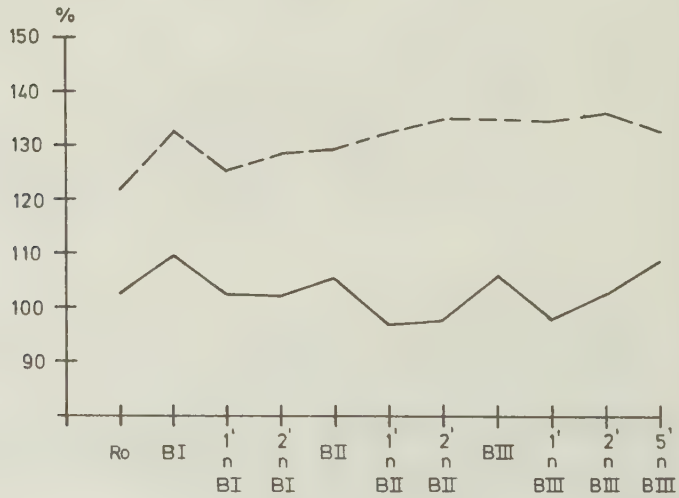


Abb 5.9. : Mittelwerte der relativen QT-Zeit
Norm und QT-Syndrom ohne Therapie

——— Norm

– – – QT-Syndrom ohne Therapie

Bei den Kindern mit Therapie war der Unterschied bei R_0 und BII signifikant, alle anderen Meßwerte waren hochsignifikant (Abb. 5.11). Im Vergleich zu den jeweiligen individuellen Ruhewerten zeigten die relativen QT-Zeitwerte der gesunden Kinder eine deutliche Erhöhung bei den Belastungen. Diese zusätzliche Erhöhung ist bei den QT-Syndrom Patienten nicht so deutlich (Abb. 5.9 und 5.10). Lediglich zeigten sich bei BI bei den Kindern ohne Therapie und bei BII in der Kurve der Kinder mit Therapie eine weitere Erhöhung der schon in Ruhe deutlich verlängerten QT-Zeit. Bei den gesunden Kindern sanken die Werte anschließend an die 2. und 3. Belastung unter die Ruhewerte, erreichten aber bei 5'n BIII in etwa wieder den Ruhewert (Abb. 5.9 und 5.10)(Anhang Tab. 46 - 67).

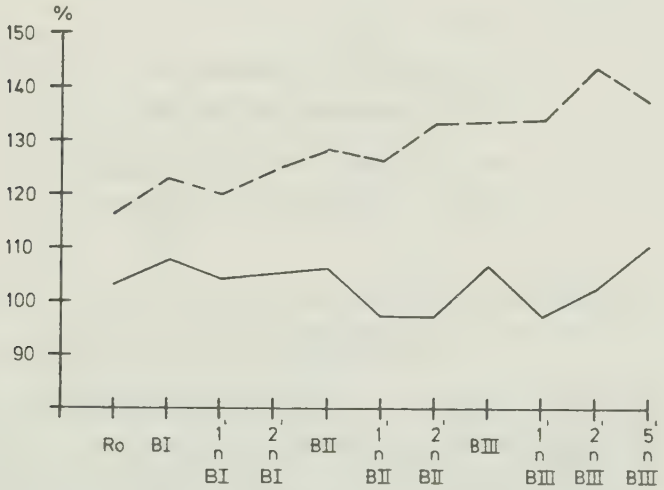


Abb 5.10.: Mittelwerte der relativen QT-Zeit
Norm und QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm
– – – QT-Syndrom mit Therapie

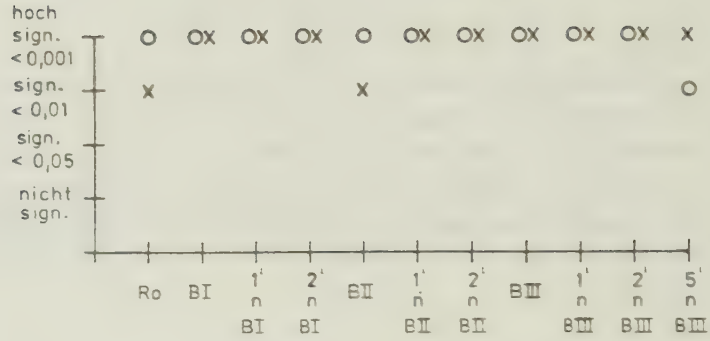


Abb 5.11.: Relative QT-Zeit
Signifikanz der Unterschiede
an den einzelnen Meßpunkten

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie o
Norm - QT-Syndrom mit Therapie x

5.7 Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit
Norm - fragliches QT-Syndrom

Auch bei den Kindern mit fraglichem QT-Syndrom waren die gefundenen Werte höher als die Werte der Normkinder, bei R_O, 1'n BI, 2'n BI, BIII signifikant, BI, BII, 1'n BII, 2'n BII und 1'n BIII hochsignifikant. Nur bei 2' und 5'n BIII war der Unterschied nicht signifikant (Abb. 5.13).

In der Kurve der fraglichen QT-Syndrom Kinder (Abb. 5.12) waren die Werte bei den drei Belastungen deutlich erhöht und es war hier genau wie bei allen Normkindern dieser Kurve und der Normkinder der Kurven Abb. 5.9. und 5.10. ein deutliches Absinken der Werte unter die Ruhewerte nach der 2. und 3. Belastung zu finden (Anhang Tab. 68 - 78).

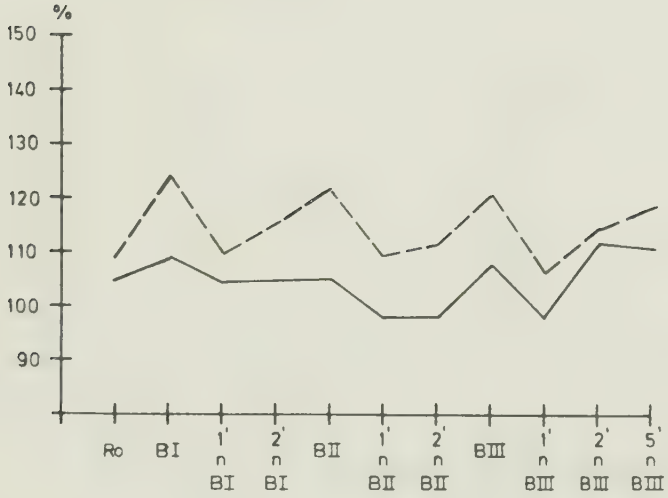


Abb 5.12.: Mittelwerte der relativen QT-Zeit
Norm und fragliches QT-Syndrom

——— Norm

– – – fragliches QT-Syndrom

5.8 Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

In dieser Untersuchung war der Unterschied zwischen der untersuchten Gruppe gegen die Norm wesentlich geringer als in den drei vorhergenannten Gruppen. Der Unterschied war nur bei BI, BII, 1'n BII, 2'n BII und BIII signifikant. Die anderen Unterschiede in den Ergebnissen waren nicht signifikant (Abb. 5.15).
Auch in diesen Kurven waren deutliche Erhöhungen der Werte bei den drei Belastungen und das Absinken der Werte nach der 2. und 3. Belastung unter die Ruhewerte zu finden (Abb. 5.14, Anhang Tab. 79 - 89).

Abb 5.13.: Relative QT-Zeit

Signifikanz der Unterschiede an den einzelnen Meßpunkten

Norm - fragliches QT-Syndrom o

5.9 Vergleich der Abweichung der relativen QT-Zeit
Norm - alle 4 untersuchten Gruppen

Die Normwerte lagen an allen Punkten niedriger als die Werte der Vergleichsgruppen. Der Verlauf der Kurven der Normalwerte zeigte immer bei den drei Belastungen eine Erhöhung nach oben, nach der Belastung sank der Wert auf den Ruhewert oder sogar darunter und stieg am Ende der Erholung nach der dritten Belastung in etwa wieder auf den Ruhewert an. Die Werte der Kinder mit komplettem Rechtsschenkelblock lagen geringgradig - nur an wenigen Meßpunkten signifikant - über den Werten der Normkinder. Etwas größer war der Unterschied zwischen den Normkindern und den fraglichen QT-Syndrom Kindern. Bei diesen beiden Vergleichsgruppen war aber, genauso wie bei der Norm, eine deutliche Erhöhung bei den drei Belastungen zu finden mit Absinken der Werte nach der Belastung und ein Erreichen der Ruhewerte bei 5'n BIII (bei den fraglichen QT-Syndrom Kindern war der Wert bei 5'n BIII nicht signifikant erhöht gegenüber dem Ruhewert).

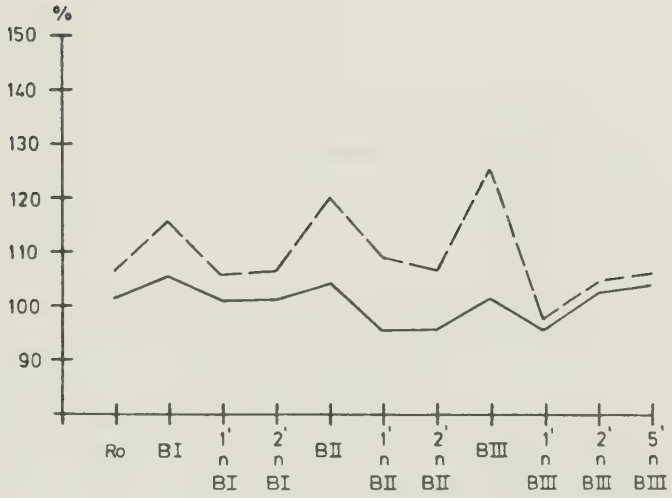


Abb 5.14.: Mittelwerte der relativen QT-Zeit
Norm und kompletter Rechtsschenkelblock

—— Norm

– – – kompletter Rechtsschenkelblock

Wesentlich höher im Wert lagen die beiden Kurven der QT-Syndrom Patienten; sowohl die der therapierten als auch die der untherapierten Kinder. Diese zwei Vergleichsgruppen zeigten in den Belastungsphasen keine so deutlichen Erhöhungen. Nur in der ersten Belastung der Kinder ohne Therapie und in der zweiten Belastung der Kinder mit Therapie war in der Kurve eine kleine Spitze zu finden. Beiden Kurven fehlte auch das Absinken unter den Ruhewert bei der Erholung. Beide Kurven stiegen kontinuierlich an, wobei die Kurve der Kinder mit Therapie steiler anstieg als die Kurve der Kinder ohne Therapie. Der Wert der fünften Belastung war bei beiden Gruppen weit über den Ruhewerten.

Abgesehen von dem steileren Verlauf der Kurve des QT-Syndroms mit Therapie verliefen beide Kurven sehr ähnlich.

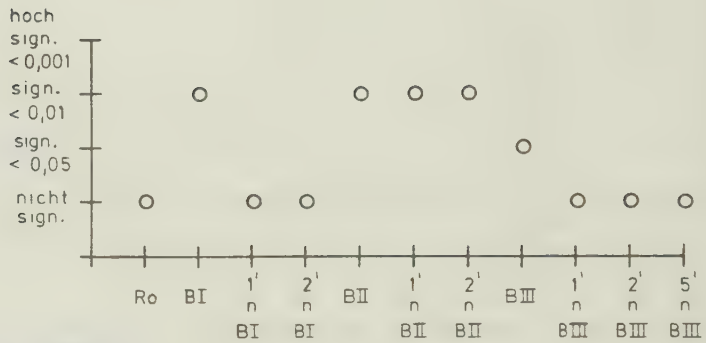


Abb 5.15.: Relative QT-Zeit
Signifikanz der Unterschiede
an den einzelnen Meßpunkten

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock o

Das Verhalten der QT-Zeit von Probanden mit komplettem Rechtsschenkelblock unterschied sich von dem der Patienten mit QT-Syndrom vor allem dadurch, daß die Rückbildung der verlängerten QT-Zeit in den Entspannungsphasen nicht gestört war und formal ähnlich wie bei den gesunden Probanden erfolgte. Dies zeigte sich noch deutlicher als bei den Probanden mit fraglichem QT-Syndrom.

5.10 Vergleich LPEP

Bei der Auswertung der LPEP Werte ergab sich eine so starke Streuung schon innerhalb der einzelnen Gruppen, die auch meßtechnisch erklärbar ist, daß ein Gruppenvergleich nicht sinnvoll erschien. Bei der Auswertung zeichneten sich keinerlei signifikante Unterschiede ab. Auf eine Darstellung der Meßwerte wird daher verzichtet.

5.11 Vergleich LVET
Norm - QT-Syndrom ohne und mit Therapie

Die Auswurfzeit des linken Ventrikels war bei den gesunden Kindern und den QT-Syndrom Kindern ohne Therapie an allen Meßpunkten entweder deckungsgleich oder nur um 0,01 Sek. unterschiedlich, wobei mal die Werte der gesunden und mal die Werte der QT-Syndrom Kinder ohne Therapie um 0,01 Sek. erhöht waren.

Die LVET Werte der gesunden und der am QT-Syndrom erkrankten Kinder ohne Therapie waren an allen drei Belastungen deckungsgleich und lagen absteigend unter dem Ruhewert. In der Erholungsphase stiegen die Werte wieder an und erreichten 2' und 5'n BIII wieder die Ruhewerte (Abb. 5.16). Der Unterschied der Auswurfzeit des linken Herzens ist bei den Kindern mit Therapie wesentlich deutlicher, wobei die Auswurfzeit bei den QT-Syndrom Kindern immer über den Werten der Normkinder lag. Allerdings war der Unterschied nur bei BII, 2'n BII und BIII signifikant. Die anderen Unterschiede waren nicht signifikant.
Beide untersuchten Gruppen zeigten ein Absinken unter den Ruhewert bei den drei Belastungen mit einem Ansteigen bis etwa zu den Ruhewerten bei 2' und 5' nach der dritten Belastung (Abb. 5.17, Anh. Tab. 90 - 111).

5.12 Vergleich LVET
Norm - fragliches QT-Syndrom

Bei den Kindern mit fraglichem QT-Syndrom bestand nur ein kleiner Unterschied zwischen den gefundenen Werten zu den Normwerten. Hier waren nur wenige Meßwertunterschiede signifikant wie z.B. bei 1'n BI, 2'n BI, 1'n BII und 2'n BII und es war beiden Gruppen das deutliche Absinken der Werte bei allen 3 Belastungen mit einem Ansteigen der Werte in der Erholungsphase gemeinsam (Abb. 5.18, Anh. Tab. 112 - 122).

5.13 Vergleich LVET
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Die Auswurfzeit des linken Herzens ist bei diesen beiden Gruppen wieder

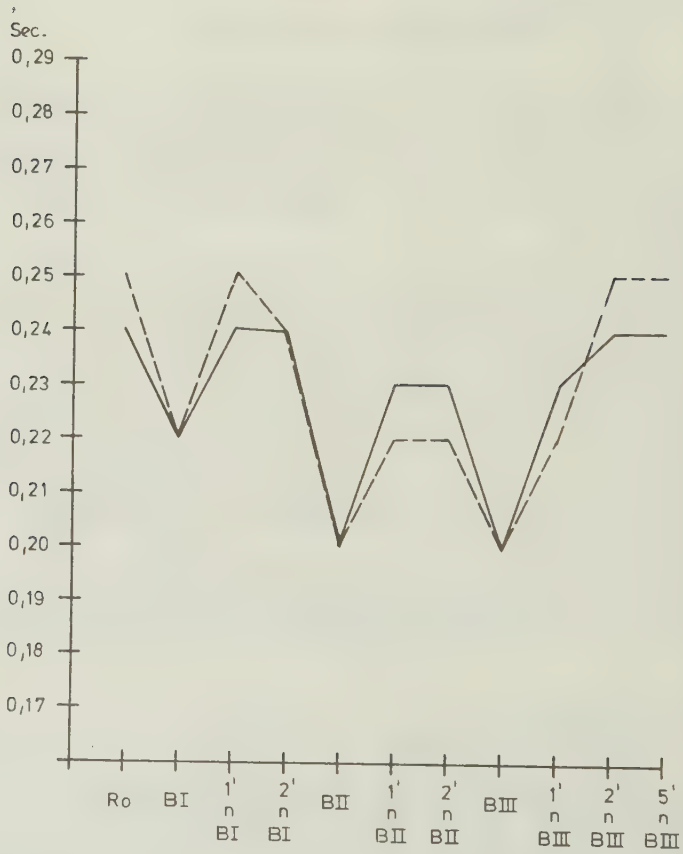


Abb 5.16.: Mittelwerte der LVET
Norm und QT-Syndrom ohne Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom ohne Therapie

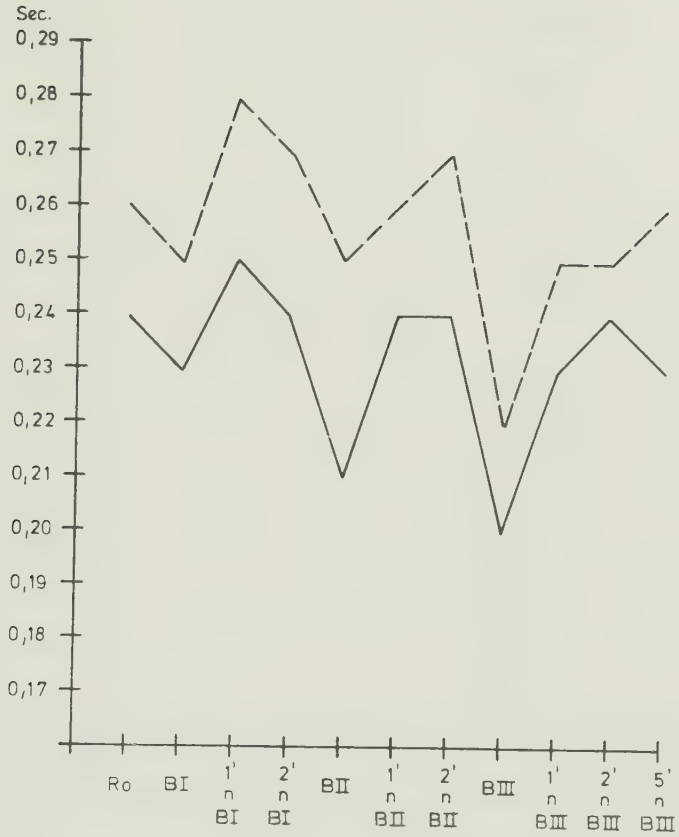


Abb 5.17.: Mittelwerte der LVET
Norm und QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom mit Therapie

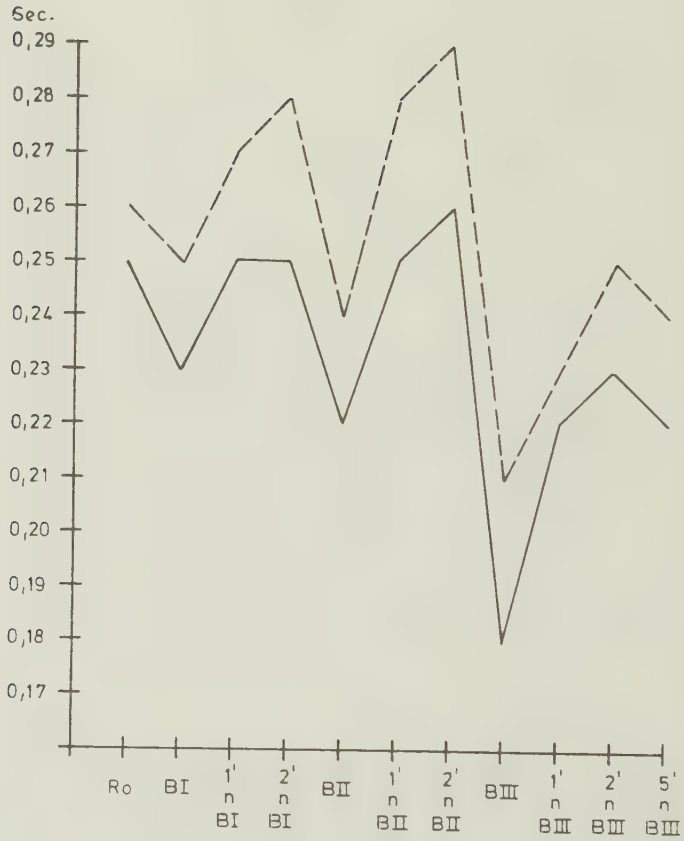


Abb 5.18.: Mittelwerte der LVET
Norm und fragliches QT-Syndrom

—— Norm
– – – fragliches QT-Syndrom

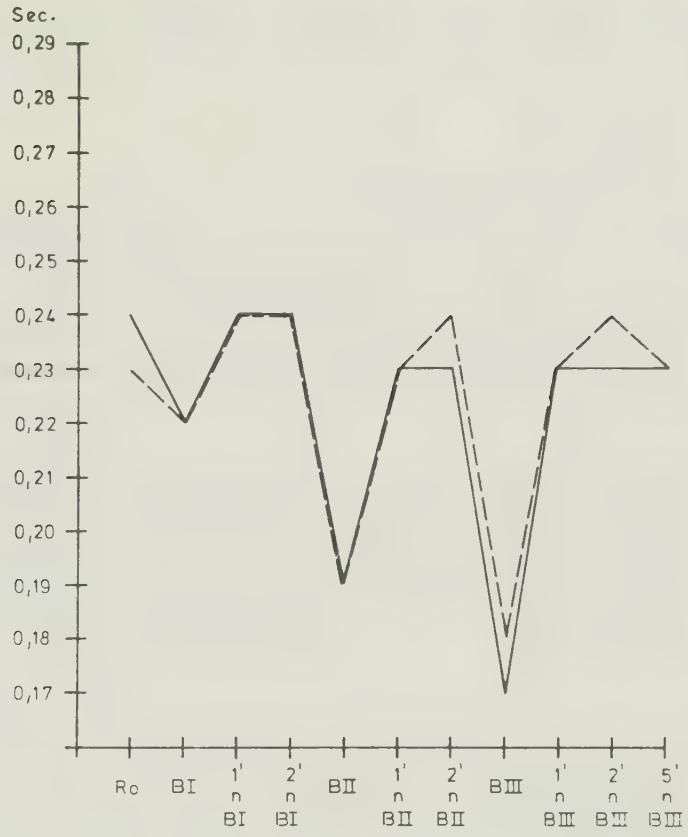


Abb 5.19.: Mittelwerte der LVET
Norm und kompletter Rechtsschenkelblock

—— Norm
——— kompletter Rechtsschenkelblock

weitgehend deckungsgleich, wie bei den QT-Syndrom Kindern ohne Therapie. Auch hier sind die deutlichen Absenkungen der Werte an den drei Belastungen mit Anstieg in der Erholungsphase bis zum Ruhewert zu finden (Abb. 5.19, Anhang Tab. 123 - 133).

5.14 Vergleich LVET
Norm - alle 4 untersuchten Gruppen

Von allen vier untersuchten Gruppen waren die LVET Werte der Kinder mit komplettem Rechtsschenkelblock den Normwerten am nächsten. Die Kurven verliefen nahezu deckungsgleich. Nur geringgradig größer waren die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Norm und den Werten der QT-Syndrom Kinder ohne Therapie, ohne daß sich hier ein signifikanter Unterschied der Kollektiven nachweisen ließ. Auch hier verliefen die Kurven weitgehend deckungsgleich.
Bei den beiden Kurven der Kinder mit QT-Syndrom mit Therapie und mit fraglichem QT-Syndrom waren die mittleren Unterschiede zu den Normwerten etwas größer als bei den beiden vorhergenannten Gruppen. Hier waren die Normwerte niedriger, wenn auch die Unterschiede nur selten signifikant waren.
Bei allen Kurven war ein deutliches Absinken der Werte bei den drei Belastungen zu finden.

6.0 Diskussion

6.1 Methodenkritik

6.1.1 Anzahl der Patienten

Das Krankheitsbild des erblichen QT-Syndroms ist sehr selten. Daher ist es schwer, eine größere Anzahl von Patienten zu vergleichen. Da aber die Prognose des Krankheitsverlaufes sehr ungünstig ist - Weber et al schrieben von einer Letalität von 73 % bei unbehandelten Patienten (81), Schwartz (63) sogar von einer Letalität von 77 % - sollten alle zur Verfügung stehenden Unterlagen untersucht werden. Dringend wichtig ist auch die Untersuchung der Therapie des QT-Syndroms. Schwartz (63) sagte hierzu, daß die Letalität nur gering gesenkt werden konnte - höchstens auf 50 % - durch jeglichen

Therapieversuch, der nicht Beta-Blocker enthielt. Eine Therapie mit Beta-Blocker senkte die Letalität auf 7 % (Schwartz) bzw. 6 % (Weber et al).

6.1.2 Fehlermöglichkeiten

Eine Reihe von Autoren haben bereits auf die Fehlermöglichkeiten der Impedanzkardiographie hingewiesen (3, 5, 30, 58). Dabei blieb die Ermittlung der Zeitintervalle von der Kritik relativ unangetastet. Trotzdem kann es oft schwierig sein, gerade während Belastung und in der frühen Entspannungsphase eindeutig zu vermessende Signale zu finden. Es können durch Atembewegungen oder Lageveränderung des Patienten Störungen der Impedanzaufzeichnungen entstehen. Die Impedanzkurve kann hierbei durch andere elektrische Einflüsse überlagert oder abgewandelt sein.
Außerdem können Fehler entstehen dadurch, daß es gelegentlich schwer sein kann, zu entscheiden, von welchem Punkt aus gemessen werden soll. Balasubramanian (3) schrieb man solle die Messung an der Kreuzung der Impedanzkurve mit der 0-Linie beginnen. Bleicher (5) dagegen meinte, man solle unabhängig vom Kreuzungspunkt die Messung am Anfang des starken Anstiegs des dz/dt Signals beginnen.

6.2 Theorien über das QT-Syndrom aus der Literatur

Man kann davon ausgehen, daß die Veränderungen beim QT-Syndrom auf zellulärer Ebene zu suchen sind im Gegensatz zum kompletten Rechtsschenkelblock, bei dem die Veränderungen auf einer gestörten Verteilung der Ausbreitung der Erregung beruhen (54). Roth beschrieb 1983 einen deutlichen Unterschied zwischen dem chirurgischen kompletten Rechtsschenkelblock und dem idiopathischen kongenitalen kompletten Rechtsschenkelblock.
Eine Veränderung der QT-Zeit kann durch eine Reihe von Faktoren ausgelöst werden.

1.) Eine QT-Verkürzung kann ausgelöst werden durch zirkulierende Katecholamine. Thomas berichtete von einer familiären QT-Verkürzung durch Katecholamine (76). Eine Verkürzung der mechanischen Systole kann ebenfalls durch Kontraktilitätssteigerung oder auch unter Hypoxiebedingungen durch eine Verkürzung des aktiven Zustandes der Herzmuskulatur ausgelöst werden (73).

2.) Eine Verlängerung der elektrischen Systole ist bekannt bei Stoffwechselstörungen wie z.B. Hypocalcämie oder (eventuell meßtechnisch durch Miterfassen der U-Welle bedingt) Hypokaliämie (73).

3.) Eine Verlängerung der mechanischen Systole tritt dagegen auf bei hypertrophischen Kardiomyopathien oder in der Reoxygenierungsphase nach einem Hypoxiezustand (73). Manion et al (39) beschrieben 1980, daß sie bei gesunden Kindern und Erwachsenen keine feste Beziehung zwischen Herzfrequenz und QT-Zeit finden konnten und meinten, daß beides unabhängig voneinander reguliert würde.
Mitsutake et al (43) stellten 1981 fest, daß Patienten mit QT-Syndrom auf eine Valsalva Reizung mit einer Verlängerung der QT-Zeit reagierten, während diese QT-Verlängerung bei einer gesunden Vergleichsgruppe ausblieb. Wenn die QT-Syndrom Patienten jedoch vor der Valsalva Reizung mit Propranolol behandelt wurden, blieb die QT-Verlängerung aus. Er schloß daraus, daß die QT-Verlängerung der QT-Syndrom Patienten durch eine besonders heftige Aktivität einiger Neuronen der sympathischen Herzinnervation entstanden. Er vermutete außerdem, daß die sympathische Herzfrequenzregulation Fasern erregen könnten, die getrennt reagierten von denen, die die QT-Dauer regelten.
Bei fahrradergometrischen Untersuchungen von Weber et al 1981 (81) mit maximaler Belastung war der Pulsfrequenzanstieg bei QT-Syndrom Patienten ungenügend und das frequenzbezogene QT-Intervall nahm deutlich zu.
Außer der in der Literatur nur wenig belegten Sinusbradycardie wurden beim verlängerten QT-Syndrom auch ektope supra-ventrikuläre

Rhythmen, AV-Knoten-Rhythmen, wandernde Schrittmacher, Asystolien und ventrikuläre Tachyarrhythmien wie Kammerflimmern beschrieben; Arrhythmien zusätzlich auch durch kreisende Erregungen (z.B. 11, 41, 49, 82).

Weber et al führten bei QT-Syndrom Patienten intracardiale EKG Ableitungen durch. Während dieser Ableitungen wurde der Vorhof stufenweise gesteigert stimuliert. Weber et al fanden eine Beeinträchtigung der Funktion des gesamten Reizbildungs- und Reizleitungssystems.
Bei einer unserer Patientinnen, die mehrfach Synkopen erlitt und eine sehr niedrige Ruhefrequenz aufwies, wurde vor dem schwierigen Entschluß zu einer kombinierten Behandlung mit Schrittmacher und Beta-Blocker bei einer ebenfalls durchgeführten intracardialen EKG Untersuchung eine Absenkung des Wenckebachpunktes (höchste Frequenz mit noch sicherer AV-Überleitung bei atrialer Stimulation) nachgewiesen, während eine ektope Reizbildung nicht auftrat.
Diedrich (14) berichtete 1982 von zwei Patientinnen mit QT-Syndrom, die an einer Synkope verstarben. Bei der Sektion dieser beiden Patientinnen fand man neben den bereits bekannten Befunden wie Fibrose und Lipomatose im Reizleitungssystem des Herzens - (durch James (1978) bei 8 verstorbenen Patienten (24)) - auch noch eine fokale rundzellige Ganglionitis in beiden Grenzsträngen. Bei einer Sektion fand man im linken Ganglion stellatum drei kleine, ausnahmslos perivaskulär gelegene, rundzellige Infiltrate, die auch einzelne Plasmazellen enthielten. Im rechten Ganglion stellatum waren zwei kleine Infiltrate nachweisbar. Diese Befunde bestärkten die Theorie, daß das QT-Syndrom auf einer inhomogenen sympathischen Innervation des Herzens beruht.
Physiologischerweise dominiert der linke Grenzstrang über den rechten (70). Nach elektrophysiologischen Untersuchungen ist die natürliche Dominanz des linken Herzsympathikus bei Patienten mit QT-Syndrom noch verstärkt, was sowohl durch eine Abschwächung der rechtsseitigen Impulse als auch durch eine Steigerung der Aktivität des linken Grenzstranges bedingt sein kann.
Diskutiert werden müßte allerdings auch für die Unterschiede in der cardialen Beeinflußung durch linken und rechten Grenzstrang eine

quantitativ unterschiedliche Endigung der beiden Grenzstranganteile an unterschiedlichen Strukturen des Herzens (z.B. Sinusknoten und AV-Knoten).

Moss (45) hatte 1970 erstmalig eine Exstirpation des linken Ganglion stellatum ausgeführt mit dem Ziel, die überhöhte linksseitige Sympathikusaktivität auf das Normmaß zurückzuführen. Bei den operierten Patienten sistierten die synkopalen Anfälle, während sich die QT-Verlängerungen nur in etwa der Hälfte der Fälle zurückbildeten (70).

6.3 Diskussion der eigenen Ergebnisse

Der Stammbaum der Familie X legte es nahe den, von Fraser (18) angenommenen autosomal dominanten Erbgang des Romano-Ward-Syndroms zu bestätigen.

Die Untersuchungen der Herzfrequenz bestätigte, daß beim QT-Syndrom auch eine schon von Weber mitgeteilte Bradycardie primär auffällt. Dazu im Gegensatz stehen Mitteilungen mancher Autoren, wie z.B. Burchell (10), die von einem bradytachycardia Syndrom sprachen.

Die Kinder mit Beta-Blockertherapie zeigten erwartungsgemäß eine noch niedrigere Frequenz als die Kinder ohne Therapie. Der Unterschied zu den herzgesunden Kindern war signifikant und bei den Belastungen hochsignifikant. Das bestätigte die Feststellung von Weber et al (81), daß der Pulsfrequenzanstieg bei Belastungen ungenügend war. Unter Beta-Blockertherapie war er noch geringer.

Die relative QT-Zeit der QT-Syndrom Kinder waren signifikant erhöht im Vergleich zur Norm, während die Auswurfszeit des linken Ventrikels bei den QT-Syndrom Kindern ohne Therapie gleich war wie bei den gesunden Vergleichskindern. Das zeigte, daß eine Diskrepanz bestand zwischen der elektrischen Abweichung im EKG und der Herzmechanik. Nur bei den QT-Syndrom Kindern mit Beta-Blockertherapie war ein erhöhter LVET Wert; allerdings nur an 2 Meßpunkten signifikant. Doch wird die verlangsamende Wirkung der Beta-Blocker auch auf die Herzmechanik dadurch sichtbar.

Insgesamt läßt sich aus den Ergebnissen des Kapitel 5.6 folgern, daß die

Unterschiede zwischen normalen Probanden und Patienten mit QT-Syndrom sowohl ohne, als auch mit Therapie sich unter Belastung eher etwas verwischen, in den Entspannungsphasen jedoch eher deutlicher werden. Damit kann die hier durchgeführte Registrierung besonders der Entspannungsphasen als diagnostisch sinnvoll bezeichnet werden.
Dies gilt vor allem dann, wenn man berücksichtigt, daß sich bei behandeltem QT-Syndrom mit zunehmender intermittierender stufenweiser Belastung eine Tendenz zu einer Steigerung des Levels der relativen QT-Zeit andeutet (Abb. 5.10), was ohne Therapie weniger deutlich zu sein scheint. Sicherlich kann dieser Unterschied zwischen behandelter und nicht behandelter Gruppe mit QT-Syndrom z.T. dadurch erklärt werden, daß das Tachogramm der Gesamtuntersuchung unter Beta-Blockerwirkung bezüglich des Frequenzverlaufes verändert wird, d.h. die Frequenzspitzen unter Belastung weniger beeinflußt werden als die Frequenzabfälle während der Entspannung. Dies führt zu einer stärkeren Abweichung der medikamentös behandelten Gruppe vom Normalen bezüglich des Frequenzverlaufs während der gesamten Untersuchung und zu einer eher stärkeren Abweichung in der Entspannung.
Oder mit anderen Worten: Die Rückbildung der unter Belastung (bei Normalen ebenfalls nachweisbaren) verlängerten relativen QT-Zeit bleibt beim QT-Syndrom in der Entspannungsphase aus, bzw. schlägt unter Beta-Blockertherapie sogar nach höherer Belastungsstufe in eine Steigerung der relativen QT-Zeit während der Entspannung um.
Unter einem "EKG-kosmetischen Aspekt" würde sich somit die Beta-Blockerbehandlung verbieten, obgleich empirische Untersuchungen stets auf die Nützlichkeit der Beta-Blockade in der Pävention von Synkopen hinweisen (63, 81).
Der schützende Effekt einer Beta-Blockade kann nach unseren Ergebnissen somit nicht auf der Beta-Blocker Wirkung auf Frequenz und QT-Zeit Verhalten während Belastung und Entspannung zurückgeführt werden. Vielmehr muß man einen spezifischen Schutzeffekt dieser Medikamentengruppe annehmen, z.B. durch eine Minderung der elektrischen Vulnerabilität des Myocards oder einer Verringerung der gestörten Synchronisation zwischen elektrischen und mechanischen Vorgängen.

Wobei erwähnt werden soll, daß bei unserem Kollektiv von Patienten mit gesichertem QT-Syndrom zwar in allen Fällen ein familiäres Vorkommen von Synkopen berichtet wurde aber lediglich in 1 Fall im Langzeit-EKG und während der Beobachtungszeit tachycarde Rhythmusstörungen bzw. Extrasystolen nachgewiesen wurden und die Frequenzlage der Patienten insgesamt bradycard war.
Die Wirkung der Beta-Blockertherapie läßt sich durch die Wirkung auf das sympathische Nervensystem erklären. Die gefundenen Werte zeigten, daß die Beta-Blockertherapie die schon zu niedrige Herzfrequenz noch mehr erniedrigte, den schon erhöhten relativen QT-Wert noch etwas mehr erhöhte und den LVET Wert, der bei den QT-Syndrom Kindern gleich war wie bei den Normkindern leicht erhöhte.
Weber et al schrieben hierzu:"Die festgestellte Beeinträchtigung der gesamten Funktion des Reizbildungs- und Reizleitungssystems stellt jedoch die Indikation der Behandlung mit Betarezeptorenblockern eher in Frage." Zumindest sind hier noch viele offene Fragen. Doch solange die Feststellung von Schwartz, daß die Letalität des QT-Syndroms durch die Beta-Blockertherapie von 77 % auf 7 % gesenkt werden kann, nicht widerlegt ist, wird die Therapie des QT-Syndroms mit Beta-Blockern sicher die Therapie der Wahl sein.

7.0 Zusammenfassung

Bei dem sogenannten QT-Syndrom handelt es sich um ein seltenes Krankheitsbild, das elektrokardiographisch durch eine über die Norm verlängerte QT-Zeit gekennzeichnet ist. Ohne entsprechende Behandlung beträgt die Letalität 77 %. Dabei treten die Todesfälle offenbar besonders unter Belastung auf. Um die Frage der Auswirkung einer körperlichen Belastung auf Ekg und andere nichtinvasiv zu erhebende hämodynamische Parameter zu klären, wurden bei 16 Patienten mit verlängertem QT-Syndrom EKG-Untersuchungen in Ruhe und unter dosierter körperlicher Belastung durchgeführt. Bei diesen Patienten wurden insgesamt 35 Belastungsuntersuchungen vorgenommen. Zu Vergleichszwecken wurden bei 7 Kindern mit idiopathischem kompl. Rechtsschenkelblock 9 Belastungsuntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden verglichen mit den entsprechend erhobenen Werten herzgesunder Kinder (s. Walz).

Alle Kinder wurden standardisiert nach dem Protokoll einer intermittierenden, submaximalen, stufenweisen Fahrradergometrie mit zwischen den Belastungsstufen eingeschalteten Entspannungsphasen untersucht und hinsichtlich folgender Parameter verglichen:
Herzfrequenz, QT-Zeit, LPEP, LVET, relative QT-Zeit nach Lepeschkin. Bei der Auswertung der Herzfrequenz war die Frequenz der gesunden Kinder immer am höchsten. Nur wenig niedriger - nur bei den drei Belastungen signifikant - war die Herzfrequenz der Kinder mit komplettem Rechtsschenkelblock. Etwas niedriger war die Herzfrequenz der Gruppe der Kinder mit QT-Syndrom ohne Therapie, stärker erniedrigt war die Herzfrequenz bei der Gruppe der Kinder mit QT-Syndrom mit Therapie.
Bei der relativen QT-Zeit nach Lepeschkin lagen zu allen Zeitpunkten die Werte der Kinder mit komplettem Rechtsschenkelblock etwas höher als die Normwerte. Bei den Kindern mit fraglichem QT-Syndrom waren die Werte noch etwas höher, sehr viel höher lagen die relativen QT-Zeiten der am QT-Syndrom erkrankten Kinder mit und ohne Therapie. Die beiden Gruppen der am QT-Syndrom erkrankten Kinder ohne und mit Therapie zeigten aber einen anderen Verlauf der Werte als alle anderen Gruppen. Bei den klinisch gesunden Vergleichsgruppen stieg der Wert der relativen QT-Zeit bei der Belastung deutlich an und sank in der Erholungsphase nach der Belastung wieder ab, häufig noch unter den Ausgangswert. 5' nach der 3. Belastung war der Wert in etwa wieder auf dem Ausgangswert.
Hierzu im Gegensatz verliefen die Werte der Kinder mit QT-Syndrom ohne und mit Therapie ständig ansteigend ohne entsprechend starkem Abfall in der Erholungsphase. Dieser kontinuierliche Anstieg war bei den Kindern mit Therapie noch deutlicher als bei den Kindern ohne Therapie . Hier lag der Wert bei 5' nach der 3. Belastung weit über dem Ausgangswert. Diese Ergebnisse sprechen dafür, daß die durchgeführte Art der Belastung als zusätzliches Kriterium in der Diagnostik des QT-Syndroms sinnvoll eingesetzt werden könnte.
Die LVET Werte zeigten keine eindeutigen Unterschiede zwischen den gesunden Kindern, verglichen mit den Kindern mit komplettem Rechtsschenkelblock und mit den QT-Syndrom Kindern ohne Therapie. Daraus ist zu schließen, daß das QT-Syndrom als Störung der elektrischen Eigenschaften des Herzens

bzw. der übergeordneten Steuerung zu betrachten ist, während die mechanischen Zeitintervalle nicht verändert sind.

Bei den Kindern mit QT-Syndrom mit Therapie ist die LVET Zeit geringgradig verlängert im Vergleich zu den Kindern ohne Therapie. Die erhobenen Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der neueren Literatur diskutiert, wobei die Frage offen blieb, warum die Beta-Blockertherapie die Letalität des QT-Syndroms stark senkt (von 77 % auf 7 % n. Schwartz), da die Abweichungen aller untersuchten EKG-Parameter vom Normalbefund unter Beta-Blockertherapie noch ausgeprägter waren. Insofern sind Interpretationsversuche nicht von vornherein von der Hand zu weisen, die z.B. den verminderten Frequenzanstieg beim QT-Syndrom unter Belastung oder die Erniedrigung des Wenckebachpunktes bei Elektrostimulation (81, 73) als einen bisher noch nicht näher bekannten S c h u t z m e c h a n i s m u s betrachten, der das Risiko mindert, daß eine nachfolgende Erregung des Herzens in die vulnerable Phase des vorausgehenden Kammerzyklus fällt.

Mit einer solchen Annahme könnte man sowohl die Mitteilung tachycarder ventrikulärer Rhythmusstörungen, als auch die Mitteilung bradycarder Frequenzlagen vor dem Hintergrund einer g e s t ö r t e n S y n c h r o n i s a t i o n zwischen elektrischen und mechanischen Vorgängen neu verstehen. Da nach unseren Ergebnissen die Abweichung zwischen normaler LVET und verlängerter QT-Zeit mit zunehmender Frequenz ausgeprägter wird, kann durch die Gabe von Beta-Blockern die Frequenzlage auch unter Belastung in einem Bereich gehalten werden, in dem die S y n c h r o n i s a t i o n von elektrischen und mechanischen Vorgängen weniger gestört ist. Damit erhält die empirische Tatsache der Nützlichkeit von Beta-Blockern auch einen nachvollziehbaren Sinn.

8.0. Literatur

(1) Ahnve, S., Vallin, H. (1982)
Influence of Heart Rate and Inhibition of Autonomic Tone on the QT Interval.
Circulation 65, 435 - 439

(2) Alpert, B.S., Verrill, D.E., Flood, N.L., Boineau, J.P., Strong, W.B. (1983)
Complications of Ergometer Exercice in Children.
Pediatric Card. 4, 91 - 96

(3) Balasubramanian, V., Mathew, O.P., Behl, A., Tewari, S.C., Hoon, R.S. (1978)
Electrical impedance cardiogram in derivation of systolic time intervals.
Brit. Heart J. 40, 268 - 275

(4) Betz, R., Bastanier, C.K., Mocellin, R. (1977)
Die Impedanzkardiographie als Methode zur quantitativen Bestimmung des Herzzeitvolumens?
Vergleichende Messungen mit Fick'schen Prinzip.
Basic Res. Cardiol. 72, 648 - 657

(5) Bleicher, W., Frey, R., Wolf, M., Steil, E., Fiderer, F., Budwig, G. (1983)
Grenzen bei der Bestimmung des Herzzeitvolumens (HZV) aus dem Impedanzkardiogramm. Rechnergestützte Intensivpflege II.
2. Tübinger Symposium, 27 - 30

(6) Bleicher, W., Faust, U., Frey, R., Steil, E., Apitz, J. (1982)
Unblutige Dauerüberwachung der Herzfunktion mit Hilfe des automatisch vermessenen Impedanzkardiogramms.
Pädiatrische Intensivmedizin III, 205 - 213

(7) Bleicher, W., Schmaltz, A.A., Steil, E. (1979)
Vergleichende Untersuchungen der mit verschiedenen Methoden gewonnenen Herzzeitintervalle und deren automatische Vermessung.
Biomedizinische Technik Band 24, 92 - 93

(8) Bonatti, V., Rolli, A., Botti, G. (1983)
Recording of monophasic action potentials of the right ventricle in long QT syndromes complicated by severe ventricular arrhythmias.
Europ. Heart J. 4, 168 - 179

(9) Brown, K.F., Prystowsky; E.,Heger, J.J., Chilson, D.A.,Zipes, D.P. (1983)
Prolongation of the QT interval in Man During Sleep.
The Amer. J. of Cardiol. 52, 55 - 9

(10) Burchell, H.B. (1983)
The QT Interval Historically Treated.
Ped. Cardiol. 4, 139 - 48

(11) Chaudron, J.M., Heller, F., Van den Berge, H.B., Le Bacq, E. (1976)
Attacks of ventricular fibrillation and unconsciousness in a patient with prolonged QT interval. A family study.
Amerik. Heart J. 91, 783

(12) Curtiss, E.J., Heibel, R.H., Shaver, J.A. (1978)
Anatomic maneuvers in hereditary QT interval prolongation (Romano Ward Syndrome).
Amerik. Heart J. 95, 420

(13) David, E. (1978)
Physikalische und physiologische Voraussetzungen der Impedanzkardiographie.
In: Lang, E.,Kessel, R., Weikl, A., Silinski, C.M.:Impedanzkardiographie; Nürnberg

(14) Diederich, K.W., Dyonlagic, H., Schreiner, W.D., Bos. J. (1982)
Hereditäres QT-Syndrom: Ein weiterer Fall mit Grenzstrang-Ganglionitis.
Herz/Kreislauf 3, 149 - 153

(15) Doherty, J.U., Kienzle, M.G., Waxman, H.L., Buxton, A.E.,
Marchlinski, F.E., Josephson, M.E. (1983)
Relation of Mode Induction and Cycle Length of ventricular Tachycardia:
Analysis of 104 Patients.
The Amerik. J. of Cardiol. 52, 60 - 64

(16) Fananapazir, L., Bennett, DH., Faragher, E.B. (1983)
Contributation of heart rate to QT interval shortening during exercise.
Europ. Heart J. 4, 265 - 271

(17) Frank, J.P., Friedberg, D.Z. (1976)
Synkope with prolonged QT interval.
Amer. J. Dis. child. 130, 320

(18) Fraser, G.R., Froggart, P., James, T.N. (1964)
Congenital deafness associated with electrocardiographic abnormalities,
fainting attacks and sudden death.
Quart. J. Med. 33, 361

(19) Green, J.R.jr., Korovetz, M.J., Shanklin, D.R., De Vito, J.J.,
Taylor, W.J. (1969)
Sudden unexpected death in the Generations.
Arch. Intern. Med. 124, 359

(20) Haddag, G.G., Epstein, M.F., Epstein, R.A., Mazza, N.M., Mellins, R.B.,
Krongrad, E. (1979)
The QT interval in aborted sudden infant death syndrome.
Infants Pediat. Res. 13, 136

(21) Hartzler, G.O., Osborn, M.J. (1981)
Invasive electrophysiological study in the Jervell and Lange-Nielsen
syndrome.
Brit. Heart J. 45, 225 - 229

(22) Herrmann, H.C., Kaplan, L.M., Bierer, B.E. (1983)
QT Prolongation and Torsades de Pointes Ventricular Tachycardia Produced by the Tetracyclic Antidepressant Agent Maprotiline.
The Amer. J. of Cardiol. 51, 904 - 6

(23) Hill, D.W., Mohapatra, S.N. (1973)
The current status of electrical impedance techniques for the monitoring of cardiac output and limb blood flow.
Med. Biol. Eng. 11, 534 - 545

(24) James, T.N. (1969)
QT prolongation and sudden death.
Mod. Conc. Cardiovasc. Dis. 38, 35

(25) Jervell, A., Lange-Nielsen, F. (1957)
Congential deaf mutism. functional heart disease with prolongation of the QT interval, and sudden death.
Amer. Heart J. 54, 59 - 68

(26) Jervell, A.R., Thingstad, T., Endsjö, Ö. (1966)
The surdo-cardiac syndrome.
Amerik. Heart J. 52, 582

(27) Julian, D.G. (1983)
Editor's introductory note.
Europ. Heart J. 4, 527 - 528

(28) Keck, E.W. (1968)
Herzrhythmusstörungen im Kindesalter.
Monatsschrift für Kinderheilkunde Band 116; Heft 1, 36 - 37

(29) Keller, G. (1978)
Der Einflußder thorakalen Grundimpedanz auf die Schlagvolumenbestimmung.
In: Lang, E., Kessel, R., Weikl, A., Silinski, C.M.: Impedanzkardiographie.
Nürnberg a

(30) Keller, G. (1978)
Grundlagen und Grenzen der Methode.
In: Lang, E., Kessel, R., Weikl, A., Silinski, C.M.: Impedanzkardiographie.
Nürnberg b

(31) Kelly, D.H., Shannon, D.C., Liberthson, R.R. (1977)
The role of the QT interval in the sudden infant death syndrome.
Circulation 55, 633

(32) Kemter, B.E., Apitz, J., Epple, E., Schmaltz, A.A. (1973)
Die Bestimmung des Schlag- und Herzminutenvolumens mit Hilfe des Impedanzkardiogramms bei herzgesunden Kindern.
70. Tagung der deutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde,
Nürnberg

(33) Kukolich, M.K., Telsey, A., Ott, J., Motulsky, A.G. (1977)
Sudden infant death syndrome: normal QT interval on ECG's of relatives.
Ped. Go, 51

(34) Lazzara, R., Hope, P.R., Freeman, C.C., Schlechter, E. (1980)
After potentials as a cause of long QT-Syndrome. Electrophysiological studies of a case.
Amer. J. Card. 45, 472

(35) Lepeschkin, E. (1958)
Das Elektrokardiogramm.
3. Auflage Dresden

(36) Levine, S.A., Woodworth, C.R. (1958)
Congenital deaf-mutism, prolongend QT interval, syncopal attacks and sudden death.
New Engl. J. Med. 259, 412

(37) Ludomirsky, A., Klein, H.O., Sarelli, P., Becker, B., Hoffmann, S., Taitelman, U., Barzilai, J., Lang, R., David, D., Disegni, E., Kaplinsky, E. (1982)
QT Prolongation and Polymorphous ("Torsade de Pointes") Ventricular Arrhythmias Associated with Organophophorus Insecticide Poisoning.
The Amer. J. of Cardiol. 49, 1654 - 8

(38) Lübbers, P. (1972)
Das erbliche Syndrom der QT-Verlängerung mit synkopalen Anfällen.
Z. Kreislaufforschung 61, 907

(39) Manion, C.V., Whitsett, T.L., Wilson, M. (1980)
Applicability of Correcting the QT Intervall for heart rate.
Amer. Heart J. 99, 678

(40) Maron, B.J., Clark, C.E., Goldstein, R.E., Epstein, S.E. (1976)
Potential role of QT interval prolongation in sudden infant death syndrome.
Circulation 54, 423

(41) Mc Rea, S.R., Wagner, G.S., Rogers, M.C., Canent, R.V. (1974)
Paroxysmal familial ventricular fibrillation.
J. Pediat. 84, 515

(42) Meissner, F.L. (1856)
Taubstummheit und Taubstummenbildung.
(Leipzig und Heidelberg)

(43) Mitsutake, A., Taleshita, A., Kuroiwa, A., Nakamura, M. (1981)
Usefulness of the Valsalva Maneuver in Management of the long QT-Syndrome.
Circulation 63, 1029- 35

(44) Moss, A.J., Schwartz, P.J. (1982)
Delayed repolarization (QT or QTU prolongation) and malignant ventricular arrhythmias.
Mod. Concepts Cardiovasc, Med. 51, 85 - 90

(45) Moss, A.J., Donald, J. (1971)
Unilateral cervicothoracic sympathetic ganglionectomy for the treatment of long QT interval syndrome.
New Engl. J. Med. 285, 903

(46) Moss, A.J., Schwartz, P.J. (1979)
Sudden death and the idiopathic long QT Syndrome.
Amer. J. Med. 66, 6- 7

(47) Nierenberg, D.W., Ransil, B.J. (1979)
QT Interval as a Clinical Indicator of Hypercalcemia.
The Amer. J. Of Cardiol. 44, 243 - 248

(48) Nyboer, J., Bagno, S., Barnetta, A., Halsey, R.H. (1940)
Radiocardiograms - the electrical impedance changes of the heart in relation to electrocardiograms and heart sounds.
J. of clin. Invest. 19, 773 - 781

(49) Olley, P.M., Fowler, R.S. (1970)
The surdo-cardiac syndrome and therapeutic observations.
Brit. Heart J. 32, 467

(50) Pomerantz, M., Telago, F., Eiseman, B. (1976)
Clinical evaluation of transthoracic electrical impedance as a guide to intrathoracic fluid volume.
Ann. of Surg. 5, 686 - 691

(51) Puddu, P.E., Jouve, R., Torresani, J. (1980)
Effect of intravenous propranolol on QT interval.
Br. Heart J. 44, 604 - 5

(52) Rickards, A.F., Norman, J. (1981)
Relations between QT interval and heart rate.
Brit. Heart J. 45, 56 - 61

(53) Romano, C., Gemme, G., Pongiglione, R. (1963)
Aritmie cardiache rare dell "eta" pediatrica.
Il Accessi sincopale per fibrillazione ventriculare parossistica.
Chin. Peciatr. 45, 656

(54) Roth, M. (1983)
Nicht invasive fahrradergometrische Untersuchungen nach Korrekturoperation einer Fallot'schen Tetralogie.
Inaug. Diss., Tübingen

(55) Ruser, H.R. (1978)
QT-Syndrom.
Herz/Kreislauf. 9, 432 - 435

(56) Ruser, H.R. (1971)
Pseudohypokaliämie-Syndrom.
Z. f. Kreislaufforschung 60, 752 - 758

(57) Roy, R.P., Emanuel, R., Eltayib, H. (1976)
Herediatary prolongation of the QT interval.
Amer. J. Cardiol. 37, 237

(58) Schreiber, U. (1984)
Beurteilung der Herz- und Kreislauffunktion mit Hilfe des Langzeit-Impedanzkardiogramms.
Inaug. Diss., Tübingen

(59) Schwartz, P.J. (1976)
Cardiac sympathetic innervation and the sudden infant death syndrome.
A possible pathogenetic link.
Amer. J. Med. 60, 167 - 72

(60) Schwartz, P.J., Malliani, A. (1975)
Electrical alternation of the T-wave: clinical and experimental evidence of its relationships with the sympathetic nervous system and with the long QT Syndrome.
Amer. Heart J. 89, 45

(61) Schwartz, P.J., Montemerlo, M., Facchini, M., Salice, P., Rosti, D., Poggio, G., Giogetti. (1982)
The QT interval throug out the first 6 month of life: a prospective study.
Circulation 66, 496 - 501

(62) Schwartz, P.J., Moss, A.J. (1982)
QT interval prolongation. What does it mean?
J. cardiovasc. Med. 7, 1317 - 30

(63) Schwartz, P.J., Periti, M., Malliani, A. (1975)
The long QT Syndrome.
Amer. Heart J. 89, 378 - 90

(64) Schwartz, P.J., Snebold, N.G., Brown, A.M. (1976)
Effects of unilateral cardiac sympathetic denervation on the ventricular fibrillation threshold.
Amer. J. Cardiol. 37, 1034 - 40

(65) Schwartz, P.J., Stone, H.L. (1979)
Effects of unilateral stellectomy upon cardiac performance during exercise in dogs.
Circ. Res. 44, 637 - 45

(66) Schwartz, P.J., Stone, H.L. (1980)
Left stellectomy in the prevention of ventricular fibrillation due to acute myocardial ischemia in conscious dogs with an anterrior myocardial infarction.
Circulation 62, 1256 - 65

(67) Schwartz, P.J. (1983)
The idiopathic long QT Syndrome: the need for a prospective registry.
Europ. Heart J. 4, 529 - 531

(68) Schwartz, P.J. (1980)
The long QT Syndrome.
In:Kulbertus, H.C., Wellens, H.J.J.:eds sudden Death.
The Haguen, 358 - 78

(69) Schwartz, P.J. (1981)
The sudden infant death syndrome.
In: Scarpelli, E.M., Cosmi, E.V.eds.:Reviews in Perinatal Medicine.Vol. 4
New York: Raven Press, 475 - 524

(70) Schwartz, P.J., Verrier, R.L., Lown, B. (1977)
Effects of stellectomy and vagotomy on ventricular refractoriness in dogs.
Circ. Res. 40, 536

(71) Stiskal, A., Schlemmer, M., Riedinger, J., Wimmer, M. (1980)
Romano-Ward-Syndrom.
Päd. Pädol 15, 67

(72) Stoffer, J., Dreifus, L.S., Michelson, E.L. (1982)
Polymorphous Ventricul Tachycardia Associated with Normal and long QT intervals.
The Amer. J. of Cardiol. 49, 2021 -29

(73) Steil, E. (1985)
Persönliche Mitteilungen (1985) und QT-Syndrom.
DMW 110, 972 - 973

(74) Steil, E., Roth, M., Schmaltz, A.A., Frey, R., Apitz, J. (1984)
Kurzzeit-Intervallbelastung nach Korrekturoperation einer Fallotschen Tetralogie.
Klin. Pädiatrie, 214 - 223

(75) Strasberg, B., Welch, W., Paliko, E., Swiryn, S., Bauernfeind, R., Rosen, K.M. (1983)
Familiar inducible torsade de points with normal QT interval.
Europ. Heart J. 4, 383 - 390

(76) Thomas, A., Davidowski, B.S., Stewart, W. (1984)
The QT interval during reflex cardiovascular adaptation.Pathophysiology and Natural History.
Electrophysiology, 22 - 25

(77) Vaughan, Williams E.M. (1982)
QT and action potential duration.
Br. Heart J. 47, 513 - 4

(78) Vincent, G.M., Abildskov, J.A., Burgess, M.J. (1974)
QT intervall Syndromes.
Progress in Cardiovascular Diseases 6, 523 - 530

(79) Walz, A. (1982)
Submaximale Kurzzeit-Intervallbelastung an Fahrradergometer bei herzgesunden Schulkindern.
Inaug. Diss., Tübingen

(80) Ward, O.C. (1964)
A new familial cardiac syndrome in children.
J. Ir. Med. Assoc. 54, 103

(81) Weber, H., Grimm, T., Rupprath, G., Beuren, A.J. (1981)
Neue Erkenntnisse in der Pathogenese des verlängerten QT Syndroms mit synkopalen Anfällen. Intracardiale EKG-Ableitungen während programmierter Vorhofstimmulation bei 4 Patienten.
Zeitschrift für Kardiologie, Band 70, Heft 2, 131 - 137

(82) Weiner, C. (1975)
Synkopale Anfälle und plötzlicher Tod durch Kammerflimmern.
Klin. Pädiat. 187, 448 - 460

(83) Yanowitz, F., Preston, J.B., Abildskov, J.A. (1966)
Functional distribution of right and left stellate innervation to the ventricles.
Circ. Res. 18, 416

(84) Yanowitz, F., Preston, J.B., Abildskov, J.A. (1965)
Possible role of changes in sympathetic tone in the production of neurogenic electrocardiographic abnormalities.
Circulation Suppl. II 31, 223

Abkürzungsverzeichnis

dz/dt	Geschwindigkeit der Änderung der Thoraximpedanz
ΔZ	Änderung der Thoraximpedanz
LPEP	Anspannungszeit des linken Ventrikel
LVET	Auswurfzeit des linken Ventrikel
R_O	Ruhe EKG
BI	EKG-Wert am Ende der 1. Belastung
1'n BI	" nach 1 Minute Erholungszeit nach der 1 Belastung
2'n BI	" nach 2 Minuten Erholungszeit nach der 1. Belastung
BII	" am Ende der 2. Belastung
1'n BII	" nach 1 Minute Erholungszeit nach der 2. Belastung
2'n BII	" nach 2 Minuten Erholungszeit nach der 2. Belastung
BIII	" am Ende der 3. Belastung
1'n BIII	" nach 1 Minute Erholungszeit nach der 3. Belastung
2'n BIII	" nach 2 Minuten Erholungszeit nach der 3. Belastung
5'n BIII	" nach 5 Minuten Erholungszeit nach der 3. Belastung
QT-S	QT-Syndrom
QT-S o. T	QT-Syndrom ohne Therapie
QT-S m. T	QT-Syndrom mit Therapie
?QT-S	fragliches QT-Syndrom
kRSB	kompletter Rechtsschenkelblock
R. QT-Z	Relative QT-Zeit
h.s.	hoch signifikant
n.s.	nicht signifikant
s.	signifikant

ANHANG

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S	Extrem-werte
22	91,0 ± 6,9	80/100	83,6 ± 12	61/108

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
7,45	2,38	19	< 0,05 s.	2,5	18	< 0,05 s.

Tabelle 1: Frequenzvergleich (R_0)
Norm - alle Patienten mit QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	93,6 ± 5,7	87/101	87,8 ± 9,7	77/108

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
5,83	1,7	11	n.s.	1,7	10	n.s.

Tabelle 2: Frequenzvergleich (R_0)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	93,6 ± 6,6	85/102	77,4 ± 13,4	61/100

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
15,6	2,5	7	< 0,05 s.	2,1	6	n.s.

Tabelle 3: Frequenzvergleich (R_0)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert, Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	124 ± 9,3	114/150	111,9 ± 13,8	97/150

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
12,08	2,42	11	< 0,05 s.	1,27	10	n.s.

Tabelle 4: Frequenzvergleich (BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	121 ± 3,8	117/128	99,8 ± 12,2	81/115

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
22,13	6,47	7	< 0,001 h.s.	5,4	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 5: Frequenzvergleich (BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	92,3 ± 5,6	86/102	85,3 ± 10,3	74/100

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
7	1,9	11	n.s.	2,1	10	n.s.

Tabelle 6: Frequenzvergleich (1'n BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	92,6 ± 6,4	82/101	74,6 ± 14,5	55/94

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
18,6	3,9	7	< 0,01 s.	2,5	6	< 0,05 s.

Tabelle 7: Frequenzvergleich (1'n BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	88,7 ± 7,2	78/101	86,1 ± 10,6	72/105

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
2,6	0,7	11	n.s.	1,3	10	n.s

Tabelle 8: Frequenzvergleich (2'n BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	86,9 ± 5,9	78/93	78,4 ± 13,4	62/100

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
8,4	1,7	6	n.s.	2,1	5	n.s

Tabelle 9: Frequenzvergleich (2'n BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
12	153 ± 10,9	138/185	126 ± 17,4	104/158

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
26,8	3,98	11	< 0,01 s.	1,6	10	n.s.

Tabelle 10: Frequenzvergleich (BII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	149 ± 3,4	143/154	117,9 ± 8,7	107/135

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
31,9	7,9	7,0	< 0,001 n.s.	4,2	6	< 0,01 s.

Tabelle 11: Frequenzvergleich (BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
12	98 ± 7,1	86/109	89,9 ± 11,7	69/105

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
8,1	1,6	11	n.s.	2,1	10	n.s.

Tabelle 12: Frequenzvergleich (1'n BII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	95 ± 7,2	84/102	77,3 ± 10,9	65/94

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
18,3	3,2	7	< 0,01 s.	1,3	6,0	n.s.

Tabelle 13: Frequenzvergleich (1'n BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
12	92,7 ± 11,5	70/107	90,9 ± 9,5	77/103

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
1,8	0,3	11	n.s.	0,6	10	n.s.

Tabelle 14: Frequenzvergleich (2'n BII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
7	88,6 ± 10,1	75/97	76,4 ± 13,9	60/97

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
12,1	1,8	6	n.s.	0,7	5	n.s.

Tabelle 15: Frequenzvergleich (2'n BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
10	183,4 ± 14,2	163/218	131,8 ± 16,3	100/158

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
51,6	6,1	9	< 0,001 h.s.	0,4	8	n.s

Tabelle 16: Frequenzvergleich (BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
7	177,7 ± 5,1	171/183	133,3 ± 11,4	117/148

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
44,4	8,13	6	< 0,001 h.s.	2,3	5	< 0,05 s.

Tabelle 17: Frequenzvergleich (BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
10	105,6 ± 12,9	85/130	96,1 ± 12,1	82/120

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
9,5	1,7	9	n.s.	0,17	8	n.s.

Tabelle 18: Frequenzvergleich (1'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
7	103,1 ± 9,7	86/114	85 ± 19,0	62/114

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
18,1	2,4	6	< 0,05 s.	1,6	5	n.s.

Tabelle 19: Frequenzvergleich (1'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o.T	Extrem-werte
9	95,2 ± 9,7	83/112	91,7 ± 8,6	78/105

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
3,6	0,8	8	n.s.	0,3	7	n.s.

Tabelle 20: Frequenzvergleich (2'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
7	92,9 ± 8,8	81/100	81,7 ± 11,7	65/95

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
11,1	2,1	6	n.s.	0,7	5	n.s.

Tabelle 21: Frequenzvergleich (2'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
9	94,7 ± 8,8	84/106	91,3 ± 6,9	78/99

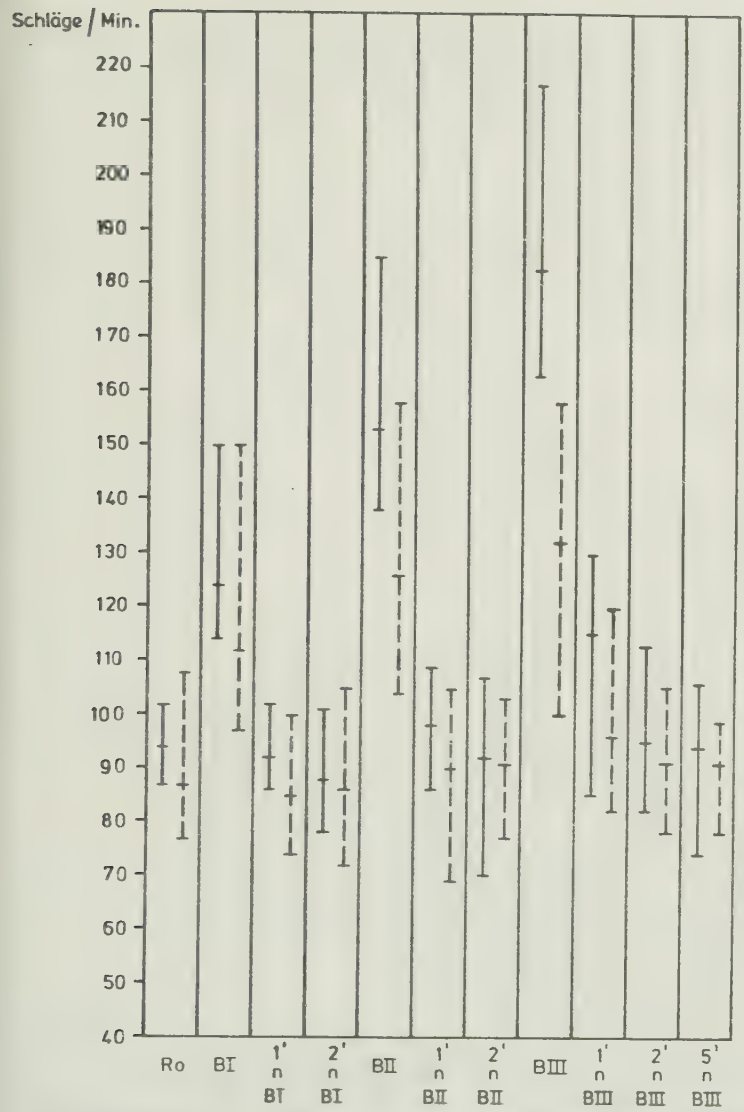
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
3,4	0,8	8	n.s.	0,7	7	n.s.

Tabelle 22: Frequenzvergleich (5'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
7	94,3 ± 7,6	84/103	90,0 ± 10,5	76/105

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
4,3	0,8	6	n.s.	0,8	5	n.s.

Tabelle 23: Frequenzvergleich (5'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

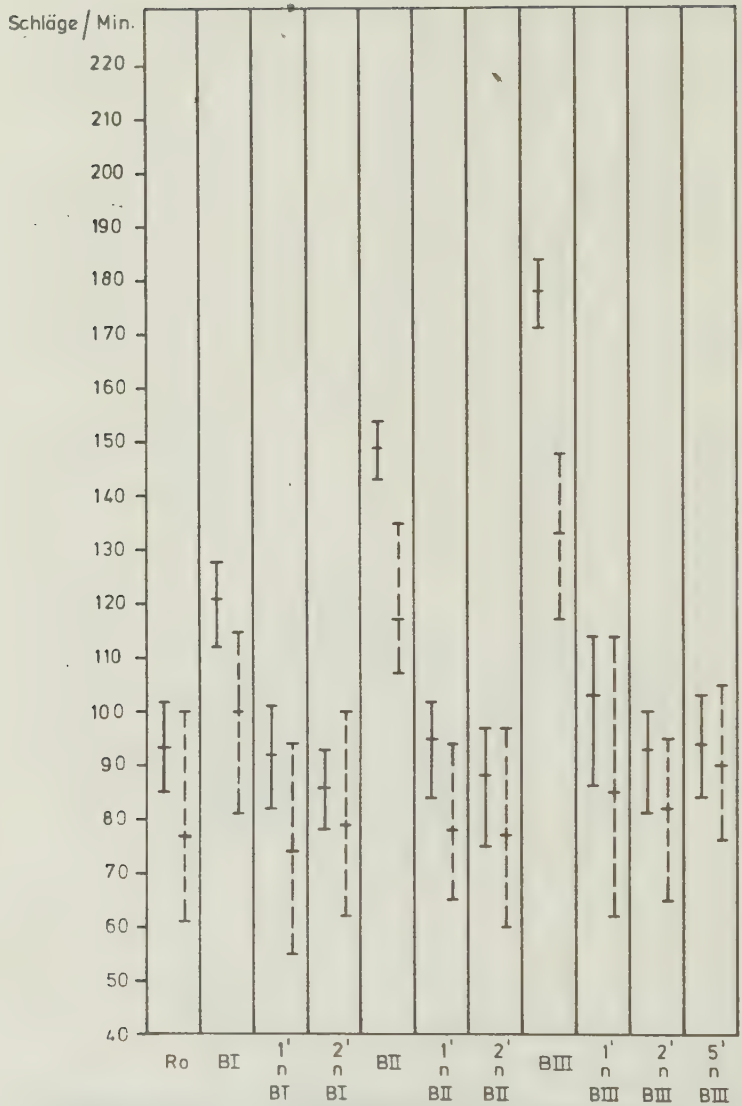


Anhang Abb 1 : Frequenzvergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom ohne Therapie



Anhang Abb 2: Frequenzvergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	93,4 ± 5,1	86/102	70,6 ± 19	47/110

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
22,8	3,9	12	< 0,01 s.	5,9	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 24: Frequenzvergleich (R_0)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	122,4 ± 9,2	110/150	92,1 ± 26,9	56/150

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
30,3	3,5	12	< 0,01 s.	4,5	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 25: Frequenzvergleich (BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	89,4 ± 5,6	82/102	68,6 ± 18,9	44/100

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
20,8	3,5	12	< 0,01 s.	5,5	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 26: Frequenzvergleich (1'n BI)
Norm -fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	90,5 ± 7,0	78/101	68,2 ± 18,8	46/108

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
22,3	3,6	12	< 0,01 s.	4,2	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 27: Frequenzvergleich (2'n BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	153,5 ± 10,4	137/185	112,4 ± 34,6	62/185

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
41,2	3,6	12	< 0,01 s.	6,2	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 28: Frequenzvergleich (BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	94,8 ± 6,1	83/109	75,9 ± 28,3	48/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
18,9	2,3	12	< 0,05 s.	7,3	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 29: Frequenzvergleich (1'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	90,2 ± 7,3	77/103	70,7 ± 23,4	45/127

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
19,5	2,6	12	< 0,05 s.	5,2	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 30: Frequenzvergleich (2'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
11	182,1 ± 7,5	161/187	139,1 ± 32,7	90/192

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
43	3,8	10	< 0,01 s.	7,4	9	< 0,001 h.s.

Tabelle 31: Frequenzvergleich (2'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
11	109,2 ± 9,6	94/118	91,6 ± 27,4	50/140

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
17,5	1,7	10	n.s.	4,4	9	< 0,001 h.s.

Tabelle 32: Frequenzvergleich (1'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
11	95,6 ± 7,8	83/101	79 ± 28,3	47/144

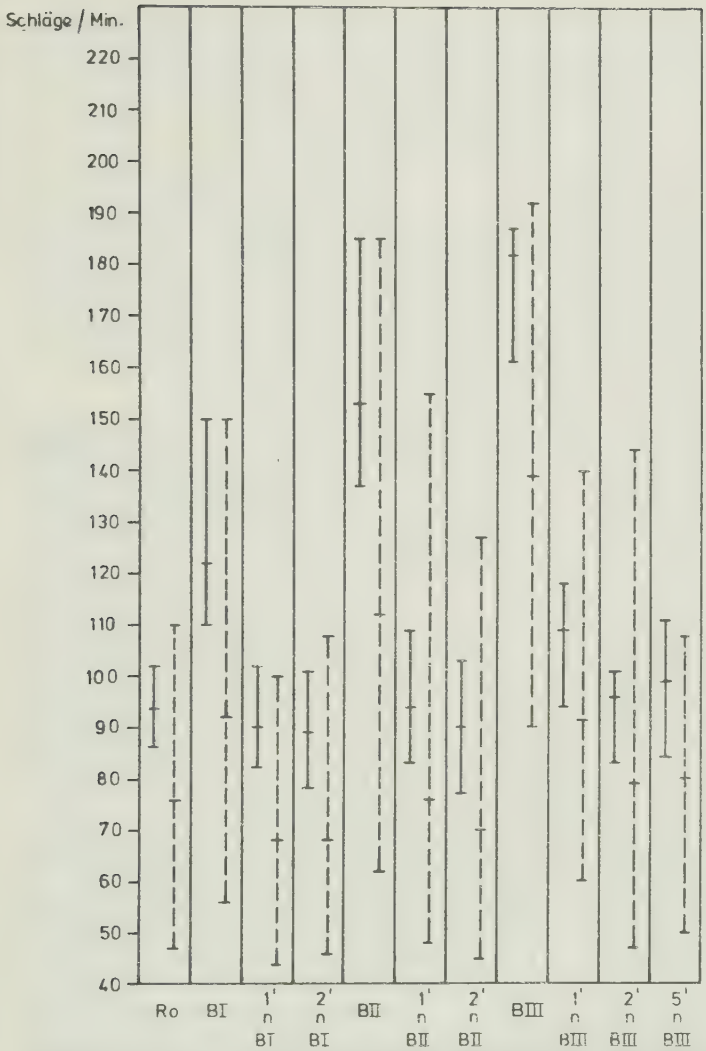
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
16,6	1,8	10	n.s.	5,2	9	< 0,001 h.s.

Tabelle 33: Frequenzvergleich (2'n BIII)
Norm -fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
10	99 ± 9,8	84/111	80,3 ± 18,9	50/102

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
18,7	2,4	9	< 0,05 s.	23	8	< 0,05 s.

Tabelle 34: Frequenzvergleich (5'n BIII)
Norm -fragliches QT-Syndrom



Anhang Abb 3 : Frequenzvergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - fragliches QT-Syndrom

—— Norm

– – – fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz		Extrem-werte	Mittelwert kRSB		Extrem-werte
9	93,2 ± 7,9		85/104	86,4 ± 11,9		72/110
Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
6,7	2,1	8	n.s.	1,3	7	n.s.

Tabelle 35: Frequenzvergleich (R_0)
Norm -kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz		Extrem-werte	Mittelwert kRSB		Extrem-werte
9	123 ± 11,2		114/150	110,2 ± 11,4		95/132
Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
12,9	3,8	8	< 0,01 s.	0,1	7	n.s.

Tabelle 36: Frequenzvergleich (BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz		Extrem-werte	Mittelwert kRSB		Extrem-werte
9	94,2 ± 8,1		82/102	83 ± 13		64/107
Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
10,9	2,2	8	n.s.	1,3	7	n.s.

Tabelle 37: Frequenzvergleich (1'n BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	90,1 ± 8,3	80/101	85,7 ± 12,6	72/106

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
4,3	1,3	8	n.s.	1,5	7	n.s.

Tabelle 38: Frequenzvergleich (2'n BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	150,3 ± 13,6	138/185	129,6 ± 13,5	114/160

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
20,8	6,4	8	< 0,001 h.s.	0,03	7	n.s.

Tabelle 39: Frequenzvergleich (BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	93,6 ± 10,3	84/109	93,2 ± 28,3	69/162

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,3	0,04	8	n.s.	3,6	7	< 0,01 s.

Tabelle 40: Frequenzvergleich (1'n BII)
Norm -kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	88 ± 11,1	75/106	88,7 ± 14,3	70/115

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,6	- 0,2	8	n.s.	0,8	7	n.s.

Tabelle 41: Frequenzvergleich (2'n BII)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	170,3 ± 27,7	111/220	151,4 ± 21,8	100/169

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
18,9	3,9	8	< 0,01 s.	1,2	7	n.s.

Tabelle 42: Frequenzvergleich (BIII)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
7	94,0 ± 7,8	85/101	94,0 ± 29,9	60/140

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,0	0,0	6	n.s.	5,2	5	< 0,01 s.

Tabelle 43: Frequenzvergleich (1'n BIII)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
7	89,0 ± 8,3	81/101	92,4 ± 20,5	64/120

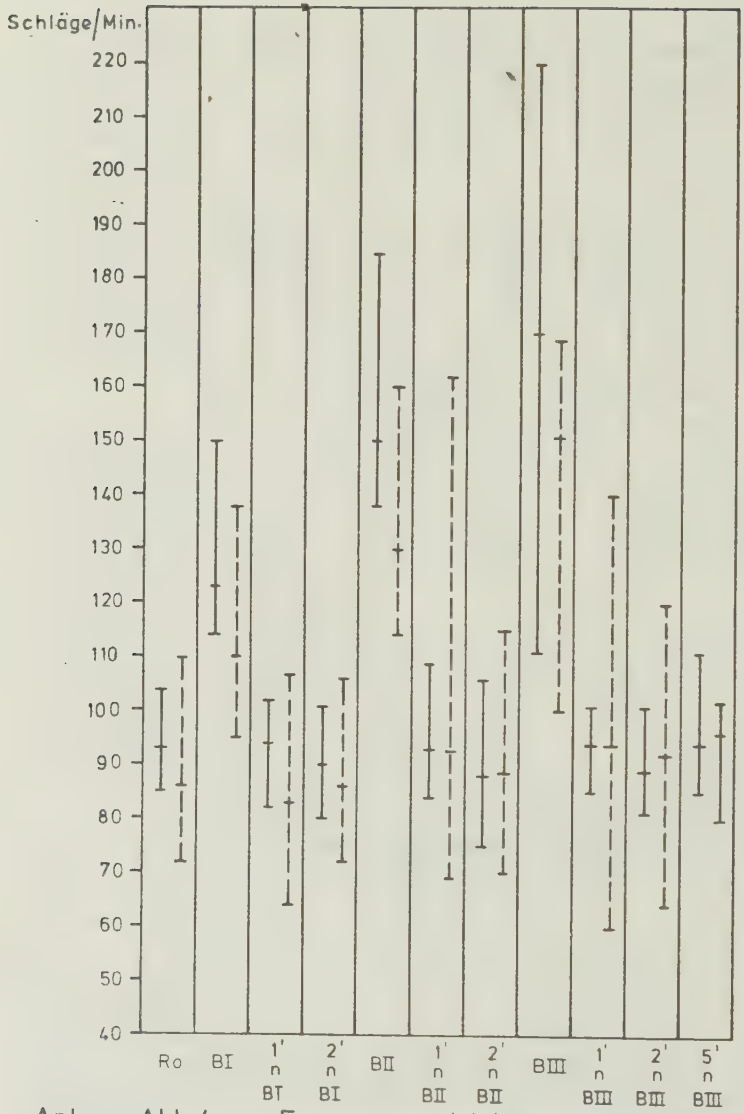
Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 3,4	- 0,4	6	n.s.	0,8	5	n.s.

Tabelle 44: Frequenzvergleich (2'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Normfrequenz	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
7	94,3 ± 9,6	85/111	96,4 ± 13,7	80/112

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 2,1	- 0,4	6	n.s.	0,8	5	n.s.

Tabelle 45: Frequenzvergleich (5'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock



Anhang Abb 4: Frequenzvergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

——— Norm

– – – kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	102 ± 5,3	94/109	121 ± 9,2	108/135

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 19,2	- 6,3	12	< 0,001 h.s.	1,9	11	n.s.

Tabelle 46: Relative QT-Zeit (R_0)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	103,4 ± 6,1	94/110	116,0 ± 11,5	90/126

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 12	- 4,2	8	< 0,01 s.	2,7	7	< 0,05 s.

Tabelle 47: Relative QT-Zeit (R_0)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
12	109 ± 5,4	100/122	132 ± 11,8	118/160

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 23	- 6,5	11	< 0,001 h.s.	2,8	10	< 0,05 s.

Tabelle 48: Relative QT-Zeit (BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	108,1 ± 4,2	100/111	122,6 ± 7,9	113/134

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 14,4	- 6,4	8	< 0,001 h.s.	2,1	7	n.s.

Tabelle 49: Relative QT-Zeit (BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
12	102,4 ± 4,8	96/108	125,1 ± 5,6	105/160

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 22,7	- 6,8	9	< 0,001 h.s.	4,6	10	< 0,001 h.s.

Tabelle 50: Relative QT-Zeit (1'n BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	104,2 ± 3,9	98/108	120 ± 10,1	100/130

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 15	- 5,9	8	< 0,001 h.s.	3,9	7	< 0,01 s.

Tabelle 51: Relative QT-Zeit (1'n BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	102, 2 ± 4,7	96/108	128,2 ± 14	114/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 25,9	- 5,9	12	< 0,001 h.s.	4,5	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 52: Relative QT-Zeit (2'n BI)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	104,8 ± 3,8	98/108	124,1 ± 8,6	116/140

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 19,4	- 7,5	7	< 0,001 h.s.	2,7	6	< 0,05 s.

Tabelle 53: Relative QT-Zeit (2'n BI)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	105,2 ± 4	95/110	129,4 ± 12,3	115/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 24,2	- 6,2	12	< 0,001 h.s.	4,8	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 54: Relative QT-Zeit (BII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	105,7 ± 4,8	95/113	128 ± 13,6	115/150

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 22,3	- 4,7	8	< 0,01 s.	3,3	7	< 0,01 s.

Tabelle 55: Relative QT-Zeit (BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	97,8 ± 3,0	93/102	131,8 ± 10,9	118/150

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 34	- 10,7	12	< 0,001 h.s.	5,5	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 56: Relative QT-Zeit (1'n BII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
9	96,8 ± 2,2	93/100	125,7 ± 14,4	98/152

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 28,9	- 6,5	8	< 0,001 h.s.	10	7	< 0,001 h.s.

Tabelle 57: Relative QT-Zeit (1'n BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
13	97,8 ± 3,0	93/102	134,7 ± 12,2	113/150

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 36,8	- 10,5	12	< 0,001 h.s.	6,3	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 58: Relative QT-Zeit (2'n BII)
Norm -QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	97 ± 2,2	93/100	133,4 ± 11,8	112/148

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 36,4	- 9,8	7	< 0,001 h.s.	8,4	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 59: Relative QT-Zeit (2'n BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
11	105,5 ± 4,2	100/110	134,8 ± 12,4	115/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 29,4	- 6,8	10	< 0,001 h.s.	4,3	9	< 0,01 s.

Tabelle 60: Relative QT-Zeit (BIII)
Norm -QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	106 ± 2,7	102/110	132,8 ± 15	108/155

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 26,8	- 5,5	7	< 0,001 h.s.	7,7	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 61: Relative QT-Zeit (BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
11	98,2 ± 3,3	95/106	134 ± 11,1	115/154

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 35,8	- 11,1	10	< 0,001 h.s.	4,8	9	< 0,001 h.s.

Tabelle 62: Relative QT-Zeit (1'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	96,9 ± 2,8	92/100	133,5 ± 15	108/152

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 36,6	- 6,5	7	< 0,001 h.s.	6,5	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 63: Relative QT-Zeit (1'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
11	102,7 ± 2,8	100/106	136,6 ± 11,8	120/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 33,9	- 9,3	10	< 0,001 h.s.	5,9	9	< 0,001 h.s.

Tabelle 64: Relative QT-Zeit (2'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	102 ± 4,6	93/106	143,4 ± 11,5	120/155

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 41,4	- 12,4	7	< 0,001 h.s.	3,2	6	< 0,05 s.

Tabelle 65: Relative QT-Zeit (2'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
10	108,7 ± 10,3	95/120	131,9 ± 12,3	112/150

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 23,2	- 4,3	9	< 0,01 s.	0,5	8	n.s.

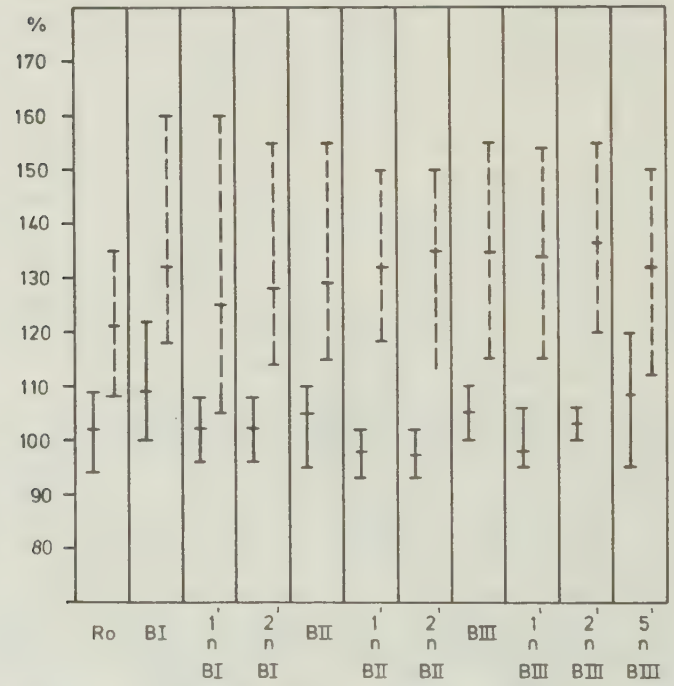
Tabelle 66: Relative QT-Zeit (5'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
8	110,4 ± 6,3	101/120	136,8 ± 11,8	114/154

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 26,4	- 6,9	7	< 0,001 h.s.	1,8	6	n.s

Tabelle 67: Relative QT-Zeit (5'n BIII)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

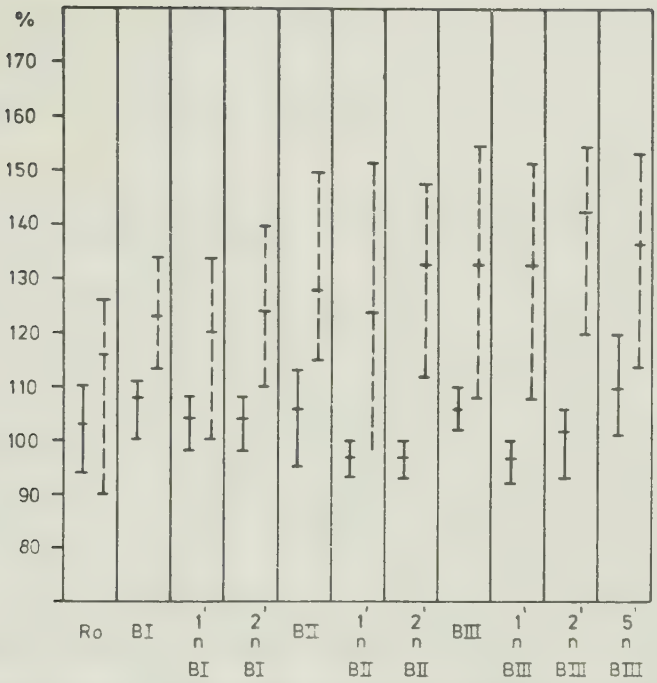


Anhang Abb 5: Relative QT-Zeit Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom ohne Therapie



Anhang Abb 6: Relative QT-Zeit Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm

– – – QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	104,8 ± 6,1	94/109	109,4 ± 7,3	98/125

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 4,6	- 2,3	12	< 0,05 s.	0,7	11	n.s.

Tabelle 68: Relative QT-Zeit (R_0)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	108,8 ± 4,8	100/113	124,2 ± 13,7	108/152

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 15,4	- 4,3	12	< 0,001 h.s.	4,4	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 69: Relative QT-Zeit (BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	104,7 ± 4,9	96/108	109,6 ± 6,7	100/120

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 4,9	- 2,3	12	< 0,05 s.	1,1	11	n.s.

Tabelle 70: Relative QT-Zeit (1'n BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	104,7 ± 4,9	96/108	110,5 ± 8,8	98/123

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 5,8	- 2,6	12	< 0,05 s.	2,3	11	< 0,05 s.

Tabelle 71: Relative QT-Zeit (2'n BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
12	105,1 ± 5,1	95/111	121,5 ± 12,9	99/140

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 16,4	- 4,9	11	< 0,001 h.s.	3,7	10	< 0,01 s.

Tabelle 72: Relative QT-Zeit (BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	98,2 ± 2,4	93/100	109,2 ± 7,4	102/128

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 11	- 4,9	12	< 0,001 h.s.	4,5	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 73: Relative QT-Zeit (1'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
13	98,2 ± 2,4	93/100	111,3 ± 9,8	94/130

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 13,1	- 4,5	12	< 0,001 h.s.	6,4	11	< 0,001 h.s.

Tabelle 74: Relative QT-Zeit (2'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
10	107,5 ± 4,7	95/110	120,6 ± 12,8	100/144

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 13,1	- 3,6	9	< 0,01 s.	3,7	8	< 0,01 s.

Tabelle 75: Relative QT-Zeit (BIII)
Norm -fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
10	98,2 ± 1,3	95/99	116,6 ± 9,2	104/130

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 18,4	- 6,3	9	< 0,001 h.s.	9,7	8	< 0,001 h.s.

Tabelle 76: Relative QT-Zeit (1'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
11	11,5 ± 8,5	100/120	114,6 ± 8,3	100/128

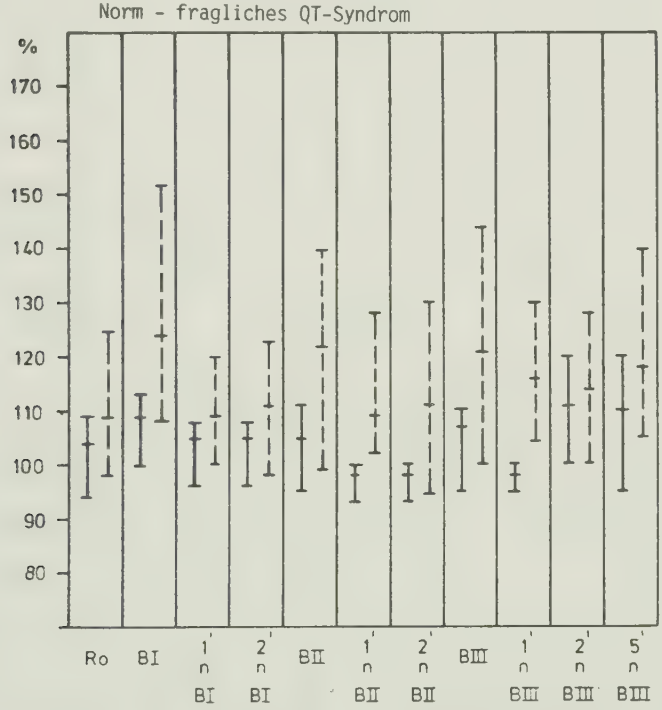
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 3,2	- 0,9	10	n.s.	0,1	9	n.s.

Tabelle 77: Relative QT-Zeit (2'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
9	110,6 ± 9,6	95/120	118,8 ± 11	105/140

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 8,2	- 1,9	8	n.s.	0,4	7	n.s.

Tabelle 78: Relative QT-Zeit (5'n BIII)



Anhang Abb 7: Relative QT-Zeit Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - fragliches QT-Syndrom

—— Norm

– – – fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	101,6 ± 6,1	94/110	106,7 ± 11	95/128

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 5,1	- 1,2	8	n.s.	1,7	7	n.s.

Tabelle 79: Relative QT-Zeit (R_0)
Norm -kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	106,2 ± 4,4	100/111	115,6 ± 6,8	108/130

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 9,3	- 4,6	8	< 0,01 s.	1,4	7	n.s.

Tabelle 80: Relative QT-Zeit (BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert k RSB	Extrem-werte
9	101,6 ± 4,9	96/108	106 ± 5,9	98/116

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 4,4	- 1,3	8	n.s.	1	7	n.s.

Tabelle 81: Relative QT-Zeit (1'n BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	101,6 ± 4,9	96/108	106,8 ± 9,1	88/116

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 5,2	- 1,3	8	n.s.	2	7	n.s.

Tabelle 82: Relative QT-Zeit (2'n BI)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	104,6 ± 6	95/113	120,3 ± 13,4	92/132

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 15,8	- 3,1	8	< 0,01 s.	2,4	7	< 0,05 s.

Tabelle 83: Relative QT-Zeit (BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	95,9 ± 1,9	93/98	109,6 ± 11,6	93/130

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 13,7	- 3,6	8	< 0,01 s.	8	7	< 0,001 h.s.

Tabelle 84: Relative QT-Zeit (1'n BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
9	95,9 ± 1,9	93/98	107,1 ± 9,5	92/120

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 11,2	- 3,3	8	< 0,01 s.	6,6	7	< 0,001 h.s.

Tabelle 85: Relative QT-Zeit (2'n BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
8	102,4 ± 3,9	95/106	126 ± 21,5	98/165

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 23,6	- 2,8	7	< 0,05 s.	8,1	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 86: Relative QT-Zeit (BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
8	96 ± 2,7	92/100	97,6 ± 11,5	75/110

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 1,6	- 0,4	7	n.s.	5,2	6	< 0,01 s.

Tabelle 87: Relative QT-Zeit (1'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
8	102,9 ± 5,2	93/106	104,9 ± 1i	87/126

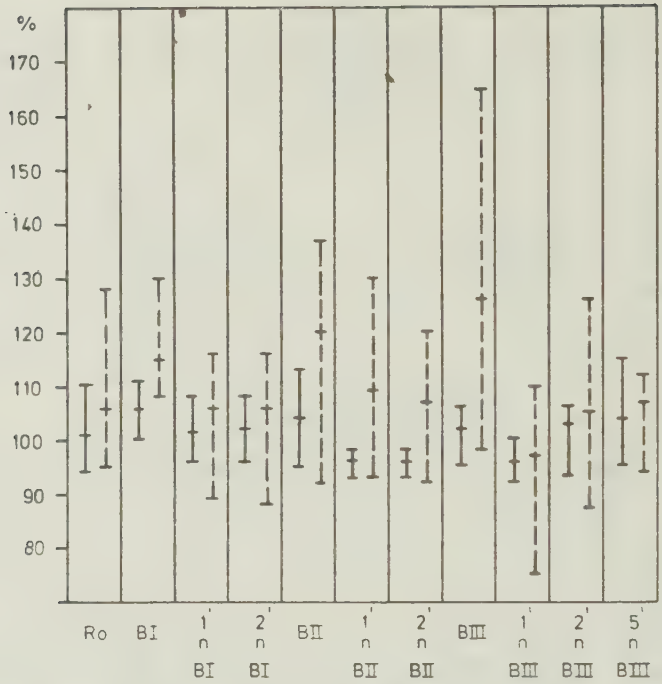
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 2	- 0,4	7	n.s.	2,1	6	n.s.

Tabelle 88: Relative QT-Zeit (2'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm R. QT-Z	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
8	104,5 ± 7	95/115	106,6 ± 7,7	94/112

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 2,1	- 0,5	7	n.s.	0,2	6	n.s.

Tabelle 89: Relative QT-Zeit (5'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock



Anhang Abb 8: Relative QT-Zeit Mittelwerte mit Streuungsbreite

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

—— Norm

– – – kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
7	0,24 ± 0,02	0,22/0,27	0,25 ± 0,03	0,22/0,29

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,01	- 1,8	6	n.s.	1,2	5	n.s.

Tabelle 90: LVET (R_0)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,23/0,25	0,26 ± 0,03	0,22/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,9	5	n.s.	3,1	4	< 0,05 s.

Tabelle 91: LVET (R_0)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,22 ± 0,02	0,17/0,24	0,22 ± 0,05	0,12/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,0	- 0,2	7	n.s.	4,2	6	< 0,01 s.

Tabelle 92: LVET (BI)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,23 ± 0,01	0,21/0,24	0,25 ± 0,05	0,17/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,1	5	n.s.	4,4	4	< 0,01 s.

Tabelle 93: LVET (BI)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,24 ± 0,02	0,21/0,26	0,25 ± 0,06	0,11/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,01	- 0,8	7	n.s.	9,1	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 94: LVET (1'n BI)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,25 ± 0,13	0,23/0,26	0,28 ± 0,04	0,24/0,35

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,03	- 2,2	5	n.s.	5,2	4	< 0,01 s.

Tabelle 95: LVET (1'n BI)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,24 ± 0,02	0,21/0,26	0,24 ± 0,06	0,12/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,0	- 0,4	7	n.s.	7,6	6	< 0,001 h.s

Tabelle 96: LVET (2'n BI)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
5	0,24 ± 0,01	0,24/0,26	0,27 ± 0,02	0,24/0,30

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,02	- 2,3	4	n.s.	1,9	3	n.s.

Tabelle 97: LVET (2'n BI)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,20 ± 0,02	0,16/0,22	0,20 ± 0,04	0,12/0,26

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,0	0,31	7	n.s.	4,2	6	< 0,01 s.

Tabelle 98: LVET (BII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,21 ± 0,01	0,19/0,22	0,25 ± 0,03	0,21/0,28

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,04	- 4,6	5	< 0,01 s.	2,4	4	n.s.

Tabelle 99: LVET (BII)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert, Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,23 ± 0,02	0,21/0,26	0,22 + 0,05	0,12/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
0,01	0,5	7	n.s.	4,5	6	< 0,01 s.

Tabelle 100: LVET (1'n BII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,23/0,24	0,26 ± 0,04	0,22/0,33

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,5	5	n.s.	8,8	4	< 0,001 h.s.

Tabelle 101: LVET (1'n BII)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
8	0,23 ± 0,02	0,21/0,25	0,22 ± 0,06	0,10/0,32

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,01	0,7	7	n.s.	6,1	6	< 0,001 h.s.

Tabelle 102: LVET (2'n BII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,23/0,25	0,27 ± 0,03	0,24/0,30

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,03	- 3,3	5	< 0,05 s.	4,4	4	< 0,01 s.

Tabelle 103: LVET (2'n BII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
6	0,20 ± 0,03	0,17/0,23	0,20 ± 0,03	0,16/0,24

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,0	0	5	n.s.	0,6	4	< 0,01 s.

Tabelle 104: LVET (BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,20 ± 0,02	0,18/0,23	0,22 ± 0,02	0,20/0,25

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 2,6	5	< 0,05 s.	0,6	4	n.s.

Tabelle 105: LVET (BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
6	0,23 ± 0,02	0,21/0,26	0,22 ± 0,04	0,17/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
0,01	1	5	n.s.	3,4	4	< 0,05 s.

Tabelle 106: LVET (1'n BIII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,23 ± 0,02	0,21/0,25	0,25 ± 0,05	0,22/0,32

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,1	5	n.s.	2,9	4	< 0,05 s.

Tabelle 107: LVET (1'n BIII)

Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,22/0,26	0,25 ± 0,03	0,22/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,01	1,58	5	n.s.	4,3	4	< 0,01 s.

Tabelle 108: LVET (2'n BIII)

Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,23/0,25	0,25 ± 0,03	0,22/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,01	- 1,17	5	n.s.	4,4	4	< 0,01 s.

Tabelle 109: LVET (2'n BIII)
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S o. T	Extrem-werte
6	0,24 ± 0,01	0,23/0,25	0,25 ± 0,03	0,24/0,28

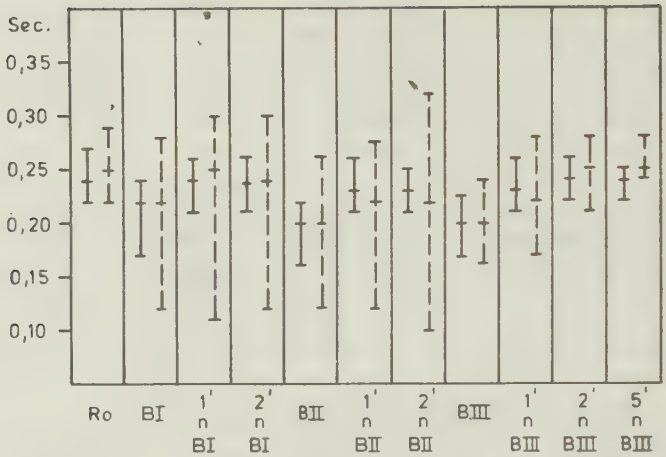
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,01	- 1,9	5	n.s.	3,4	4	< 0,05 s.

Tabelle 110: LVET (5'n BIII)
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

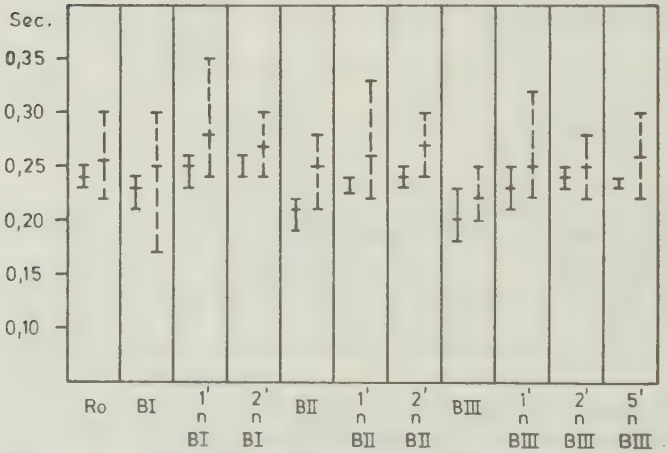
Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert QT-S m. T	Extrem-werte
6	0,23	0,23/0,24	0,26 ± 0,04	0,22/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,23	- 1,9	5	n.s.	9,6	4	n.s.

Tabelle 111: LVET (5'n BIII)
Norm -QT-Syndrom mit Therapie



Anhang Abb 9: LVET Vergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - QT-Syndrom ohne Therapie

—— Norm
——— QT-Syndrom ohne Therapie

Anhang Abb 10: LVET Vergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - QT-Syndrom mit Therapie

—— Norm
——— QT-Syndrom mit Therapie

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,25 ± 0,02	0,23/0,28	0,26 ± 0,03	0,24/0,30

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,02	- 3,0	3	n.s.	0,5	2	< 0,05 s.

Tabelle 112: LVET (R_0)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,23 ± 0,03	0,21/0,27	0,25 ± 0,05	0,19/0,30

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,4	3	n.s.	1,4	2	n.s.

Tabelle 113: LVET (BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,25 ± 0,02	0,23/0,28	0,27 ± 0,03	0,24/0,30

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 3,7	3	< 0,05 s.	0,5	2	n.s.

Tabelle 114: LVET (1'n BI)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,25 ± 0,02	0,23/0,28	0,28 ± 0,03	0,24/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,02	- 3,6	3	< 0,05 s.	1,2	3	n.s.

Tabelle 115: LVET (2'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,22 ± 0,03	0,20/0,26	0,24 ± 0,04	0,20/0,30

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,03	- 2,6	3	n.s.	1,4	2	n.s

Tabelle 116: LVET (BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,25 ± 0,02	0,23/0,28	0,28 ± 0,03	0,26/0,32

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,03	- 4,24	3	< 0,05 s.	0,8	2	n.s.

Tabelle 117: LVET (1'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
4	0,26 ± 0,02	0,24/0,29	0,29 ± 0,03	0,26/0,32

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,03	- 8,7	3	< 0,01 s.	4,5	2	< 0,05 s.

Tabelle 118: LVET (2'n BII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
3	0,18 ± 0,006	0,17/0,18	0,21 ± 0,01	0,20/0,22

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,03	- 3	2	n.s.	1,8	1	n.s.

Tabelle 119: LVET (BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
3	0,22 ± 0,02	0,21/0,24	0,23 ± 0,02	0,22/0,25

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,006	- 0,5	2	n.s.	0,1	1	n.s.

Tabelle 120: LVET (1'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
3	0,23 ± 0,02	0,21/0,24	0,25 ± 0,03	0,22/0,27

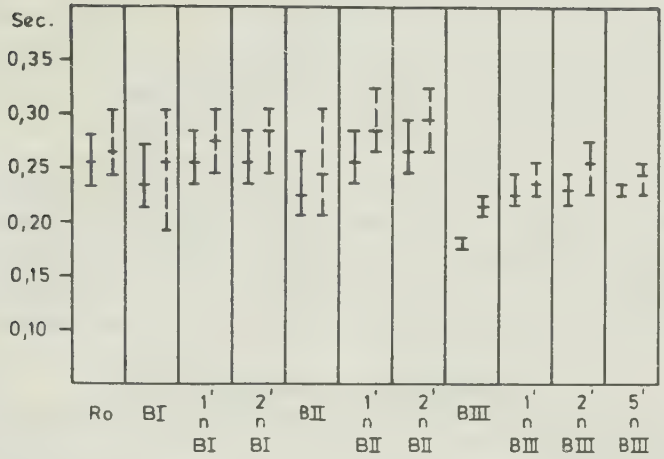
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,02	- 2,5	2	n.s.	1,0	1	n.s.

Tabelle 121: LVET (2'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndorm

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert ?QT-S	Extrem-werte
3	0,22 ± 0,006	0,22/0,23	0,24 ± 0,02	0,22/0,25

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,02	- 1,9	2	n.s.	1,5	1	n.s.

Tabelle 122: LVET (5'n BIII)
Norm - fragliches QT-Syndrom



Anhang Abb11: LVET Vergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - fragliches QT-Syndrom

——— Norm

– – – fragliches QT-Syndrom

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,24 ± 0,01	0,23/0,26	0,23 ± 0,01	0,22/0,25

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,01	1,8	4	n.s.	0,3	3	n.s.

Tabelle 123: LVET (R_0)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,22 ± 0,01	0,21/0,23	0,22 ± 0,004	0,22/0,23

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,004	- 1	4	n.s.	1,2	3	n.s.

Tabelle 124: LVET (BI)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,24 ± 0,02	0,23/0,27	0,24 ± 0,02	0,22/0,28

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,002	- 0,3	4	n.s.	0,8	3	n.s.

Tabelle 125: LVET (1'n BI)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,24 ± 0,01	0,23/0,25	0,24 ± 0,01	0,23/0,26

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,0	- 0,5	4	n.s.	0,2	3	n.s.

Tabelle 126: LVET (2'n BI)

Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,19 ± 0,004	0,19/0,20	0,19 ± 0,01	0,17/0,20

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
0,004	0,7	4	n.s.	2,2	3	n.s.

Tabelle 127: LVET (BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,23 ± 0,03	0,18/0,26	0,23 ± 0,02	0,20/0,25

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,0	0,0	4	n.s.	1,5	3	n.s.

Tabelle 128: LVET (1'n BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,23 ± 0,02	0,22/0,26	0,24 ± 0,02	0,20/0,26

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,002	- 0,2	4	n.s.	0,8	3	n.s.

Tabelle 129: LVET (2'n BII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,17 ± 0,01	0,15/0,18	0,18 ± 0,03	0,14/0,21

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0,01	- 1,4	4	n.s.	5,6	3	n.s.

Tabelle 130: LVET (BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,23 ± 0,03	0,18/0,27	0,23 ± 0,03	0,18/0,26

Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
0,00	0	4	n.s.	0,35	3	n.s.

Tabelle 131: LVET (1'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,23 ± 0,02	0,21/0,27	0,24 ± 0,04	0,18/0,28

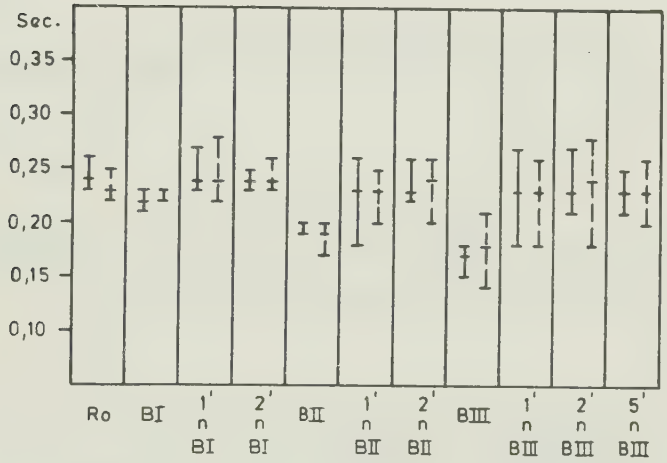
Paarvergleich			Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert
- 0,0	- 0,23	4	n.s.	1,6	3	n.s.

Tabelle 132: LVET (2'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

Anzahl Paare	Mittelwert Norm LVET	Extrem-werte	Mittelwert kRSB	Extrem-werte
5	0,23 ± 0,02	0,21/0,25	0,23 ± 0,02	0,20/0,26

Paarvergleich				Varianzvergleich		
Mittlere Differenz	t-Wert	Freiheits-grade	p-Wert	t-Wert	Freiheit-grade	p-Wert
- 0	- 0,3	4	n.s.	1,2	3	n.s.

Tabelle 133: LVET (5'n BIII)
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock



Anhang Abb 12: LVET Vergleich Mittelwerte mit Streuungsbreite
Norm - kompletter Rechtsschenkelblock

—— Norm
– – – kompletter Rechtsschenkelblock

Herrn Professor Dr. J. Apitz
danke ich aufrichtig für die Überlassung des Themas.

Herrn Dr. E. Steil
danke ich für seine stets freundliche Hilfsbereitschaft
und für sein Interesse an der Arbeit.

Herrn Professor Dr. D. Jeschke
danke ich für die freundliche Übernahme
des Koreferates.

Lebenslauf

Geboren wurde ich, Antje Frank, geb. Brintzinger, am 8. Juli 1939 in Jena/Thüringen als Tochter des Universitätsprofessors Dr. Herbert Brintzinger und dessen Ehefrau Dr. Annemarie Brintzinger, geb. Rothaar.

1945 Zwangsevakuierung nach Heidenheim/Brenz.

Von 1945 bis 1949 Besuch der Volksschule in Heidenheim. Von 1949 bis 1958 Besuch des Gymnasiums, zuerst Heidenheim, später in Kirchheim/Teck. Frühjahr 1958 Abitur.

Von 1958 bis 1961 Medizinstudium in Tübingen und Freiburg. Im Wintersemester 1961 legte ich in Tübingen die ärztliche Vorprüfung ab. Nach dem ersten klinischen Semester im Sommer 1961 in Kiel unterbrach ich mein Medizinstudium.

Im Wintersemster 1982 nahm ich in Tübingen mein Medizinstudium wieder auf. Im Sommer 1983 legte ich den ersten Teil, im Winter 1985 den zweiten Teil und am 17.11.1986 den dritten Teil der ärztlichen Prüfung ab. Im Dezember 1986 erhielt ich die Approbation.

Seit 1966 verheiratet. 2 Kinder.

Druck Köhler Tübingen